



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Rafael Rodrigues Relvão

**Estudo Sobre a Utilização e Interoperabilidade entre  
Conteúdos de Aprendizagem com Diferentes Granularidades**

Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação

Departamento de Sistemas de Informação

Trabalho realizado sob a orientação da Professora:

Doutora Ana Alice Rodrigues Pereira Baptista

Junho de 2006

## DECLARAÇÃO

Nome: Rafael Rodrigues Relvão

Endereço electrónico: [rafaelrelvao@yahoo.com.br](mailto:rafaelrelvao@yahoo.com.br)

Telefone: 938765730

Número do Bilhete de Identidade: 2394907

Título da dissertação: Estudo sobre a Utilização e Interoperabilidade entre Conteúdos de Aprendizagem com Diferentes Granularidades

Orientadora: Prof. Doutora Ana Alice Rodrigues Pereira Baptista

Ano de conclusão: 2006

Designação do Mestrado: Mestrado em Sistemas de Informação

Declaro que concedo à Universidade do Minho e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Universidade do Minho a arquivar mais de uma cópia da dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter a dissertação entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha dissertação seja colocada no repositório da Universidade do Minho com o seguinte estatuto (assinale um):

1.       ● Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
2.       ○ Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Universidade do Minho durante o período de ☐ 1 ano, ☐ 2 anos ou ☐ 3 anos, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial.
3.       ○ Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Universidade do Minho.

Universidade do Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **Agradecimentos**

À minha orientadora Doutora Ana Alice Baptista, pela forma subtil e inteligente como me guiou ao longo de todo o processo. Pela inspiração e abertura de horizontes. Pelo Grupo Odisseia e as reuniões das tardes de Sexta Feira.

Ao Grupo Odisseia, especialmente ao Miguel, pelas pistas indicadas, sempre interessantes e proveitosas.

À Universidade do Minho, pela mão do Departamento de Sistemas de Informação, por me dar a oportunidade de realizar este trabalho.

Ao David Leal (SAPIA) e ao José Fernandes (GSI), pelo apoio científico proporcionado.

Aos Professores da área curricular da pós-graduação, porque um pouco deles também está nesta dissertação. Uma nota especial para os Professores Doutores Rui Dinis, Paulo Cortez, Filipe Santos, João A. Carvalho e Pedro Pimenta

Ao Doutor Jaime Santos (FCT da Universidade de Coimbra) e ao Dr. Infante da Costa (ETAP), pela confiança depositada.

À Secretária Maria João, pela sua disponibilidade sempre que necessária.

Ao colega Gabriel Pontes, por me fazer sentir em casa numa cidade distante.

À minha esposa, Madalena, e aos filhos, Nuno e Lia, pelo incentivo e apoio sempre constantes.

# **Estudo sobre a Utilização e Interoperabilidade entre Conteúdos de Aprendizagem com Diferentes Granularidades**

## **Resumo**

Das novas correntes da aprendizagem centradas na autonomia e ritmo dos alunos, ressalta a importância e a consequente atenção que deve ser dada à qualidade dos conteúdos de aprendizagem. Eles deverão ser estruturados de forma a considerar o perfil de cada aluno, para que este possa promover a construção eficaz do seu conhecimento. Conteúdos de qualidade com estas características são recursos muito dispendiosos.

A reutilização e partilha desses recursos torna-se, por isso, numa necessidade premente. Questões como a granularidade e a interoperabilidade dos conteúdos, bem como a compatibilidade das tecnologias e plataformas de suporte, podem pôr em causa tanto a reutilização como a partilha. Daí a atenção que deve ser dada à organização dos conteúdos de aprendizagem em Bibliotecas Digitais e à sua implementação.

Este trabalho aborda a problemática da organização de conteúdos de aprendizagem, de forma a promover a sua interoperabilidade, considerando a sua granularidade. São apresentadas características e vários Sistemas de Classificação e de Organização de Conteúdos.

Recomendações, Especificações e Normas de compatibilidade são aqui descritas e aprofundadas, em função da sua importância, bem como o papel que cada uma desempenha para a utilização e interoperabilidade dos conteúdos de aprendizagem. É dado algum realce à norma SCORM.

São analisadas duas plataformas, *DSpace* e *Easy Education*, e mostra-se como podem colaborar para salvaguardar, preservar, disponibilizar e apresentar conteúdos de aprendizagem interactivos, através da Internet.

Na parte final, mostra-se como a conjugação de metadados, de sistemas de classificação, de especificações e de normas de compatibilidade contribui para a produção de conteúdos de aprendizagem compatíveis, independentemente das plataformas, desde que estas reconheçam o formato SCORM.

**Palavras Chave:** Conteúdos de Aprendizagem, Granularidade, Interoperabilidade, Metadados, Sistemas de Classificação, Especificações e Normas de Compatibilidade, *DSpace* e *Easy Education*.

# **Study about the Use and Interoperability in Different Granularity Learning Contents**

## ***Abstract***

Analysing the recent ideas about the autonomous student centred learning process, we can recognize the importance of learning issues quality and consequent attention they should be given. Those issues must be organized according to the students' profile, so that he can build his own knowledge. Such qualified learning resources are very expensive.

The reuse and share of these resources turn therefore a real need. Such issues as content granularity and interoperability, as well as technology and support platforms compatibility, can raise some problems to either contents reuse or share. Hence the attention to be given to learning contents organization inside Digital Libraries and to its implementation.

This dissertation focus on the theme of learning contents organization in order to promote their interoperability considering its granularity. It shows contents features, some content classification systems and some contents organization.

Recommendations, Specifications and Compatibility Standards are explained and investigated here according to their importance as well as the role of each one to the use and interoperability of learning contents. Some relief is given to the SCORM standard.

Two platforms are analysed, DSpace and Easy Education, and it's shown how they can collaborate to safeguard, preserve, offer and show interactive eLearning contents in the Web.

In the last chapters, we show how the junction of metadata, classification and specification systems, besides compatibility standards, contributes to producing compatible learning contents, no matter the platforms since they recognize SCORM.

**Key Words:** Learning Contents, Granularity, Interoperability, Metadata, Classification Systems, Specifications and Compatibility Standards, Dspace and Easy Education.

## ÍNDICE

<b>Agradecimentos</b>	iii
<b>Resumo</b>	iv
<b><i>Abstract</i></b>	v
<b>Índice</b>	vi
<b>Lista de Siglas</b>	viii
<b>Lista de Figuras</b>	x
<b>Lista de Tabelas</b>	xi
<b>Lista de Anexos</b>	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação.....	3
1.3 Objectivos.....	5
1.4 Metodologia da Investigação.....	6
1.5 Organização da Dissertação.....	6
<b>2 CONTEXTUALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO</b>	<b>8</b>
2.1 Contextualização.....	8
2.2 Desenvolvimento do trabalho.....	10
<b>3 CONTEÚDOS DE APRENDIZAGEM</b>	<b>17</b>
3.1 Considerações Gerais.....	17
3.2 Evolução.....	17
3.3 Caracterização.....	21
<b>4 – CLASSIFICAÇÃO DE CONTEÚDOS</b>	<b>25</b>
4.1 Considerações Gerais.....	25
4.2 Estruturas de Classificação.....	26
4.2.1 <i>Dewey Decimal Classification</i> (DDC).....	28
4.2.2 <i>Universal Decimal Classification</i> (UDC).....	28
4.2.3 Estrutura de Classificação EI.....	29
4.2.4 Estrutura de Classificação INSPEC.....	30
4.2.5 <i>Mathematics Subject Classification</i> (MSC).....	31
4.2.6 <i>ACM Computing Classification System</i> (CCS).....	31
4.2.7 <i>Library of Congress Classification System</i> (LCCS).....	31
<b>5 – ORGANIZAÇÃO DE CONTEÚDOS</b>	<b>32</b>
5.1 Considerações Gerais.....	32
5.2 Metadados.....	32
5.3 <i>Dublin Core</i> .....	34
5.4 <i>IEEE LOM</i> .....	37
5.5 <i>Markup Languages</i> .....	43

<b>6 – NORMAS DE COMPATIBILIDADE</b>	<b>46</b>
<b>6.1</b> <b>Considerações Gerais</b> .....	<b>46</b>
<b>6.2</b> <b>AICC</b> .....	<b>46</b>
<b>6.3</b> <b>IMS GLC</b> .....	<b>47</b>
<b>6.4</b> <b>EML</b> .....	<b>48</b>
<b>6.5</b> <b>SCORM</b> .....	<b>50</b>
6.5.1 <i>SCORM Content Aggregation Model (CAM)</i> .....	53
6.5.2 <i>SCORM Sequencing and Navigation(SN)</i> .....	66
6.5.3 <i>SCORM Run-Time Environment (RTE)</i> .....	69
<b>7 – NORMALIZAÇÃO DE CONTEÚDOS</b>	<b>74</b>
<b>7.1</b> <b>Granularidade</b> .....	<b>74</b>
7.1.1 Conceitos e Definições.....	74
7.1.2 Decomponibilidade e Reutilização .....	80
7.1.3 Granularidade e Normas .....	81
<b>7.2</b> <b>Interoperabilidade</b> .....	<b>82</b>
7.2.1 Conceitos e Definições.....	82
7.2.2 Interoperabilidade de Conteúdos.....	84
7.2.3 Interoperabilidade para Ambientes de Aprendizagem.....	88
<b>7.3</b> <b>Interoperabilidade, Granularidade e Normas</b> .....	<b>89</b>
<b>8 – REPOSITÓRIOS DE CONTEÚDOS</b>	<b>95</b>
<b>8.1</b> <b>Considerações Gerais</b> .....	<b>95</b>
<b>8.2</b> <b><i>DSpace</i></b> .....	<b>95</b>
<b>9 – AMBIENTES DE eAPRENDIZAGEM (AeA)</b>	<b>105</b>
<b>9.1</b> <b>Considerações Gerais</b> .....	<b>105</b>
<b>9.2</b> <b><i>Easy Education</i></b> .....	<b>105</b>
9.2.1 Conteúdos.....	108
9.2.2 Biblioteca.....	111
9.2.3 Actividades.....	111
9.2.4 Organização de uma Disciplina ou Curso.....	113
9.2.5 Repositório de Dúvidas Frequentes.....	113
<b>10 – INTEGRAÇÃO DE REPOSITÓRIOS E AeA</b>	<b>115</b>
<b>10.1</b> <b><i>DSpace e Easy Education</i></b> .....	<b>115</b>
<b>10.2</b> <b>Recomendações</b> .....	<b>123</b>
<b>11 – CONCLUSÃO</b>	<b>129</b>
<b>11.1</b> <b>Síntese da Dissertação</b> .....	<b>129</b>
<b>11.2</b> <b>Resultados</b> .....	<b>132</b>
<b>11.3</b> <b>Limitações</b> .....	<b>134</b>
<b>11.4</b> <b>Trabalho Futuro</b> .....	<b>135</b>
<b>11.5</b> <b>Encerramento</b> .....	<b>135</b>
<b>Referências</b>	<b>136</b>
<b>Anexos</b>	<b>142</b>
<b>Definições Adoptadas</b>	<b>166</b>
<b>Índice Remissivo</b>	<b>171</b>

## LISTA DE SIGLAS

ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
ACM CCS	<i>ACM Computing Classification System</i>
ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
AICC	<i>Aviation Industry CBT Committee</i>
API	<i>Application Program Interface</i>
ARIADNE	<i>Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i>
AU	<i>Assignable Unit</i>
AWBES	<i>Adaptive Web-based Educational System</i>
BSD	<i>Berkeley Standard Distribution</i>
CBL	<i>Case Based Learning</i>
CBT	<i>Computer-Based Training</i>
CIMI	<i>Consortium for the Interchange of Museum Information</i>
CMI	<i>Computer-Managed Instruction</i>
CMS	<i>Contents Management Systems</i>
CWM	<i>Common Warehouse Meta Model</i>
DC	<i>Dublin Core</i>
DCMES	<i>Dublin Core Metadata Element Set</i>
DCMI	<i>Dublin Core Metadata Initiative</i>
DDC	<i>Dewey Decimal Classification</i>
DIF	<i>Directory Interchange Format</i>
DSI	<i>Departamento de Sistemas de Informação</i>
EML	<i>Educational Modelling Language</i>
FGDC	<i>Federal Data Geographic Committee</i>
GESTALT	<i>Getting Educational Systems Talking Across Leading Edge Techonologies</i>
GILS	<i>Government Information Locator Service</i>
HP	<i>Hewlett-Packard</i>
HTML	<i>HiperText Markup Language</i>
IE	<i>Internet Explorer</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IMS	<i>Instructional Management Systems</i>
IMS CPS	<i>IMS Content Packaging Specification</i>
IMS GLC	<i>IMS Global Learning Consortium</i>
IMS SS	<i>IMS Simple Sequencing Specification</i>
IMS TIF	<i>IMS Tools Interoperability Framework</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCCS	<i>Library of Congress Classification System</i>
LCMS	<i>Learning Content Management Systems</i>
LED	<i>Laboratório de Educação à Distância</i>
LMS	<i>Learning Management Systems</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
LTSE	<i>Learning Technology Standards Educational</i>



MARC	<i>Machine Readable Card</i>
MDIS	<i>Meta Data Interchange Specification</i>
MIT	<i>Massachussets Institute of Technology</i>
MRF	<i>Master Reference File</i>
MSC	<i>Mathematics Subject Classification</i>
OA	Objecto de Aprendizagem
OAI	<i>Open Archives Initiative</i>
OAI-PMH	<i>Open Archives Iniciative – Protocol for Metadata Harvesting</i>
OER	<i>Open Educational Resources</i>
OIM	<i>Open Information Model</i>
OKI	<i>Open Knowledge Initiative</i>
OSI	<i>Open Source Iniciattive</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PIF	<i>Package Interchange Files</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDP	Recurso Digital Primário
RDS	Recurso Digital Secundário
RIO	<i>Reusable Information Object</i>
SCO	<i>Sharable Content Object</i>
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
SCORM CAM	<i>SCORM Content Aggregation Model</i>
SCORM RTE	<i>SCORM Run-Time Environment</i>
SCORM SN	<i>SCORM Sequencing and Navigation</i>
SGML	<i>Standard Generalized Markup Language</i>
SIF	<i>Schools Interoperability Framework</i>
TI	Tecnologias da Informação
UA	Unidade de Aprendizagem
UDC	<i>Universal Decimal Classification</i>
UM	Universidade do Minho
UML	<i>Unified Modelling Language</i>
UNESCO	<i>United Nations Education, Science and Cultural Organization</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VIAS K	<i>Virtual Institute of Advanced Studies Knowledge</i>
XHTML	<i>eXtensible HiperText Markup Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura básica do EML.....	50
Figura 2 – Constituição da Biblioteca SCORM.....	52
Figura 3 – Exemplos de Activos SCORM.....	54
Figura 4 – Um exemplo da Organização de Conteúdos.....	55
Figura 5 – Diagrama conceptual do <i>Content Package</i> .....	59
Figura 6 – Componentes de um Manifesto.....	60
Figura 7 – Terminologia da <i>IMS Content Hierarchy</i> .....	64
Figura 8 – Recursos de um <i>Manifest</i> .....	64
Figura 9 – Ambiente Conceptual <i>Run-Time</i> .....	71
Figura 10 – API, <i>API Instance</i> e <i>API Implementation</i> .....	71
Figura 11 – Gráfico do Modelo de Conteúdos.....	78
Figura 12 – Interface do <i>Repository</i> .....	100
Figura 13 – Interface do <i>Papadocs</i> .....	102
Figura 14 – Funcionalidades do <i>Easy</i> .....	105
Figura 15 – Interface do <i>Easy</i> .....	107
Figura 16 – Árvore de Conteúdos de Aprendizagem.....	108
Figura 17 – Acesso aos Conteúdos.....	109
Figura 18 – Ferramentas de Administração de um Curso.....	109
Figura 19 – Formulário para “carregar” conteúdos.....	110
Figura 20 – “ <i>Work Flow</i> ” do teste de conformidade LOM.....	119
Figura 21 – Estruturação de uma aula.....	120
Figura 22 – Representação conceptual de um SCO SCORM.....	121
Figura 23 – Estrutura proposta para o novo sistema.....	124
Figura 24 – Assistente do <i>Click2Learn</i> .....	162
Figura 25 – Informações de Apresentação.....	162
Figura 26 – Dados Gerais do Objecto.....	163
Figura 27 – Ciclo de Vida do Conteúdo.....	163
Figura 28 – Direitos e Restrições.....	164
Figura 29 – Classificação do Conteúdo.....	164
Figura 30 – Criar Empacotamento SCORM.....	165
Figura 31 – Recursos de Aprendizagem Digitais – Representação conceptual.....	167

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Categorias do IEEE LOM.....	39
Tabela 2: <i>Basic Instructional Framework</i> .....	42
Tabela 3: Recursos de Aprendizagem da <i>Cisco Systems</i> .....	76
Tabela 4: Níveis de Agregação/Granularidade do IEEE LOM.....	76
Tabela 5: Modelo de Agregação ou de Conteúdos.....	77
Tabela 6: <i>Army Learning Structure Model</i> .....	79
Tabela 7: Modelo da <i>U.S. Air Force</i> .....	79
Tabela 8: Comparação de alguns modelos.....	79
Tabela 9: Reutilização face à Granularidade e à Decomponibilidade.....	81
Tabela 10: Comparação Normas/Granularidade.....	82
Tabela 11: Interoperabilidade em função da Granularidade e Normas.....	90
Tabela 12: Um registo de metadados do <i>Repository</i> .....	102
Tabela 13: Proposta de extensão do SCORM para o <i>Easy</i> .....	127

## LISTA DE ANEXOS

Anexo I	<i>Dewey Decimal Classification</i> .....	142
Anexo II	Estrutura de Classificação El.....	144
Anexo III	Estrutura de Classificação INSPEC.....	145
Anexo IV	<i>Mathematics Subject Classification</i> .....	149
Anexo V	<i>ACM Computing Classification System</i> .....	150
Anexo VI	<i>Library of Congress Classification System</i> .....	152
Anexo VII	Esquema Base do IEEE LOM.....	153
Anexo VIII	Termos do AICC CMI.....	157
Anexo IX	Mapeamento <i>Dublin Core</i> /IEEE LOM.....	158
Anexo X	Documentos suportados pelo <i>DSpace</i> .....	159
Anexo XI	Conjunto de Elementos <i>Dublin Core</i> .....	160
Anexo XII	Empacotamento de um conteúdo.....	162

# 1 – Introdução

*“Alargar e Melhorar o Saber Disponível e as Formas de Aprendizagem: o processo de construção da Sociedade da Informação é uma oportunidade histórica essencial para se promover um salto qualitativo no plano da educação, cultura e formação dos cidadãos, exigindo medidas para uso das redes electrónicas para efeitos pedagógicos, a criação de bibliotecas digitais, novas formas de difusão do património cultural e uma estratégia de equipamento acelerado das Escolas e de mudança pedagógica para a era digital”.*

Do Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal

## 1.1 – Enquadramento

Com o advento das redes de computadores e, especialmente, com a grande rede *Internet*, o número de pessoas e organizações a utilizar meios computacionais subiu para valores antes impensáveis. A informação disponível passou a estar, numa fracção de segundos, ao alcance de todos, ao simples premir de um botão. As decisões, a qualquer nível, passaram a estar dependentes dessa informação. Quem detém a informação mais importante e de uma forma rápida, tem mais poder. De tal forma que uma das grandes preocupações das organizações é transformar a informação em conhecimento. E o conhecimento gera mais conhecimento e produz avanços nas ciências e nas tecnologias (Ikematu, 2003).

As organizações estão interessadas em disseminar o conhecimento pelos seus colaboradores. Exigem deles capacidade de mudança e que acompanhem as mudanças operadas, nessas mesmas organizações, pela inovação da tecnologia, por novos desafios e novos interesses. Daí o relevo que é dado à formação.

É inquestionável a procura de formação qualificada a vários níveis e em todos os sectores de actividade, seja ao nível do ensino regular, do ensino particular e/ou corporativo ou ao nível das organizações.

A formação tem sido pensada, orientada e executada sob diferentes modelos. Um destes modelos, tendo crescido de importância, é considerado já como uma formação alternativa séria à formação tradicional: a aprendizagem à distância, por meios electrónicos, conhecida por *eLearning*. “Comunicações mediadas por computadores permitem que pessoas partilhem as suas opiniões sobre certos temas, sem constrangimentos de tempo ou espaço. Isto representa a base para a definição da educação à distância e de sistemas de aprendizagem que permitem que as pessoas frequentem determinados cursos” (Gavrilovska, 1998).

O *eLearning* começou por uma fase experimental, na sequência da formação por correspondência, televisão ou CD-ROM; foi evoluindo, de mãos dadas com as tecnologias da informação e, hoje, é já um modelo a ter em conta na difusão de conhecimento, quer na formação de base quer na formação ao longo da vida. O aparecimento da *Internet* e a possibilidade de misturar diversos meios multimedia - como texto, som, animação, vídeo - permitiu importantes avanços.

A *Internet*, como tecnologia para a aprendizagem, inclui recursos baseados na *Web*, redes de comunidades, percepção remota e tem um enorme potencial para levar a professores e a estudantes uma grande diversidade de recursos tecnológicos, materiais e humanos (Suthers, 2002).

A *World Wide Web* (WWW), muito devido à aceitação e popularidade em todo o mundo, é um veículo natural para este tipo de disseminação do conhecimento, como pode ser inferido pelo exame de soluções de *eLearning* principais (Simões, 2004).

O *eLearning*, que não requer a presença física (pelo menos assídua) dos intervenientes da formação nos locais onde ela tradicionalmente é fornecida, tem vindo a ser adoptado por algumas instituições; tem, além disso, vindo a ser constantemente melhorado. A tendência actual é mesmo a sua vulgarização.

Se bem que esteja vocacionada para a formação de adultos e para a aprendizagem ao longo da vida, a progressiva adopção desta tecnologia mostra muitas potencialidades também no ensino presencial, seja como complementaridade dos assunto abordados (Gavrilovska, 1998), como introdução ao desenvolvimento de temas ou actividades, como fomentador de actividades individuais ou em grupo, ou seja como meio de discussão, interacção, avaliação, etc..

Reside aqui uma forte potencialidade na adopção desta tecnologia na sala de aula, não só como meio de motivação, mas também como fermentador de maior conhecimento e de mais competência na manipulação da tecnologia, explorando a atracção que ela exerce sobre os jovens. Professores e alunos podem aceder a uma grande variedade de materiais, desde textos, imagens, a planos de actividades, simulações, além de lhes ser também possível interagir com pessoas de múltiplas origens (Suthers, 2002).

Na cadeia do processo que vai desde a recolha da informação até à sua disponibilização em formato adequado, há uma etapa que se reveste da máxima importância: a organização dos **Conteúdos de Aprendizagem**.

A organização de conteúdos é especialmente importante quando eles são partilhados ou armazenados e, mais tarde, recuperados para reutilização. Para que a partilha, reutilização ou difusão seja feita por diferentes entidades, em **Plataformas**<sup>1</sup> diferentes - situação muito

---

<sup>1</sup> Uma combinação de *hardware*, sistema operativo e ambiente de *software*.

generalizada - é essencial que a organização dos conteúdos seja feita segundo alguma estrutura, normas técnicas ou leis consensuais.

É nesta área, na área da organização de conteúdos, que reside o grande objectivo do nosso trabalho: estudo, análise e comparação das várias tecnologias, com vista à organização de conteúdos de aprendizagem partilháveis. Iremos estudar a interoperabilidade e possível complementaridade entre tecnologias.

Os suportes tecnológicos eleitos são as redes de computadores em geral e a *Internet* em particular; os conteúdos poderão ser disponibilizados em Sistemas de Gestão de Conteúdos (*Contents Management Systems* – CMS), Sistemas de Gestão da Aprendizagem (*Learning Management Systems* - LMS) ou Sistemas de Gestão de Conteúdos de Aprendizagem (*Learning Content Management Systems* - LCMS), a correr localmente ou à distância.

Este trabalho foi pensado para facilitar a transmissão de saberes e competências em contextos de formação de índole variada.

## 1.2 – Motivação

Recolher, Organizar, Preservar e Disseminar o conhecimento é, nos tempos que correm, uma preocupação dos que têm a responsabilidade de chefia nas organizações e dos que têm responsabilidades na formação.

A informação e a formação, bem como a actualização e manutenção dos quadros, são factores críticos para a sobrevivência e o desenvolvimento das empresas.

Quem tem a seu cargo a formação sabe que, para uma maior eficiência, ela tem de considerar as necessidades e as características tanto daqueles que a solicitam como daqueles a quem ela se dirige. A necessidade do conhecimento é diferenciada para cada pessoa. A ideia da disseminação *personalizada do conhecimento* ganhou a atenção de muitos académicos e começam a aparecer tentativas na construção de modelos que, de alguma forma, respondam a este desafio.

Os novos desafios relacionados com os requisitos das tecnologias da aprendizagem apontam para uma aprendizagem mais personalizada: centrada no aluno, não linear e auto direccionada<sup>2</sup>. A distinção entre a educação presencial e aquela feita à distância está a desvanecer-se. Cursos que podem ser seguidos à distância, ou à distância e presencialmente (*blended*) serão dominantes no futuro (Koper, 2004). A aprendizagem ao longo da vida torna-se numa necessidade competitiva. A ênfase académica está a deslocar-se da conclusão de cursos para o desenvolvimento de competências. Os papéis das Universidades tradicionais estão a deslocar-se para outros mais

---

<sup>2</sup> É o próprio aluno que gere o seu percurso de aprendizagem.

especializados (Desenhadores de cursos, tutores, etc.). Membros das faculdades procuram diminuir as cargas de trabalho, especialmente quando trabalham com LMS ou ambientes de conferências ou colaborativos *online* (Koper, 2004).

As LCMS prevêem a partição de conteúdos em parcelas, (módulos ou **Objectos Individuais de Aprendizagem**) (Robbins, 2002) e a sua disponibilização em função das necessidades do formando e na altura adequada: aprendizagem adaptável. O foco é passado para o formando e os conteúdos são entregues (dinamicamente) conforme pedido e dentro de um contexto. “Os objectos da aprendizagem são os blocos modulares de um edifício de conteúdos de aprendizagem” (Ellis, 2001).

O Objecto de aprendizagem é usado para denotar uma grande variedade de entidades usadas no apoio à aprendizagem, incluindo, mas não se limitando a, recursos digitais – tais como *software* multimédia, hipertexto - e recursos não digitais - como disciplinas de estudo, desenvolvimento de programas, pessoas, etc. (Suthers, 2002) – e ainda materiais impressos, tarefas de estudo, exercícios, textos de estudo, casos, *assets*<sup>3</sup> (activos) *media*, cursos, programas de estudo, etc. (Koper, 2004b).

Para facilitar a construção de objectos de aprendizagem, deverão estar disponíveis conteúdos em pequenas porções, os chamados **pacotes de conteúdos** (Veltman, 1999) e cada conjunto de pacotes necessitará, além da organização, de indicadores de orientação (Davenport, 1998) que estarão relacionados com um sistema de classificação. Organizar e salvaguardar conteúdos, por meios electrónicos, para a sua posterior utilização (ou reutilização) de modo eficaz, requer, por isso, um tratamento adequado, de forma a facilitar o acesso.

Por isso, é fundamental **etiquetar** cada pacote e proceder a uma **classificação e/ou a uma indexação** para orientar e facilitar o acesso directo ao produto pretendido. Tal processo está inserido na área da Gestão de Conteúdos (*Contents Management*).

A constituição de bibliotecas de pacotes de conteúdos (bibliotecas virtuais) de qualidade é de importância crítica para as organizações e as pessoas.

Foi esta a motivação que nos conduziu à elaboração e apresentação desta dissertação, cujos objectivos são apresentados na próxima secção.

---

<sup>3</sup> Traduzido para «activos», nome que passaremos a usar.



### 1.3 – Objectivos

Na sequência da secção anterior, procurámos, inicialmente, desenvolver uma pesquisa exhaustiva, sob a forma de revisão de literatura, para identificar o estado de arte de métodos de organização de conteúdos de aprendizagem. Paralelamente, procurámos identificar modelos e/ou tecnologias que apoiem, no todo ou em parte, essa organização.

Nos passos seguintes, analisámos e comparámos os modelos identificados, bem como as tecnologias de apoio. Procurámos estudar e propor possíveis extensões de compatibilidade às tecnologias identificadas e apresentamos, na parte final da dissertação, de forma crítica, os resultados.

A partir destes objectivos gerais, pudemos derivar os objectivos específicos que nos propusemos atingir e que nortearam todo o nosso trabalho:

1. Identificar e comparar formas de organização de conteúdos de aprendizagem;
2. Comparar e listar tecnologias de organização de conteúdos de aprendizagem;
3. Propor complementos às tecnologias identificadas;
4. Estabelecer recomendações para selecção das tecnologias adequadas para suportar a plataforma *Easy Education* e o repositório *DSpace* e a interoperabilidade, quer entre eles, quer deles com o exterior.

Pretendemos mostrar a importância e a aplicação destas teorias, técnicas e tecnologias.

Embora, a nível da aplicação prática, os beneficiários de última instância deste trabalho sejam predominantemente aqueles que procuram a formação, os formandos, visamos beneficiar também aqueles cujo papel é o de a fornecer enquanto formadores.

No que a estes diz respeito, a necessidade de formação especializada assume particular relevância numa altura em que é evidente a importância atribuída à Qualidade de Ensino, esta intimamente relacionada com o bom desempenho docente.

Em relação aos formandos, pretendemos, seja na aprendizagem regular, seja no estudo acompanhado, seja na utilização autónoma, tirar partido do fascínio exercido nos jovens pelos computadores; visaremos, deste modo, promover a disponibilização de conteúdos organizados, para que o conhecimento possa ser transferido, de forma mais eficaz, e armazenado em bases de dados (existentes ou a criar) às quais os formandos possam aceder, através de uma plataforma de *eLearning* (sob a orientação ou não de formadores).

Convém evidenciar que o termo “aprendizagem” deve ser entendido, neste contexto, quer no seu significado habitual – ligado à escola e à educação regular (básica, secundária ou superior), mas também como aquisição permanentemente disponível, a nível profissional, vocacional ou até como veículo de transmissão cultural.

Na concretização destes objectivos, seleccionámos um conjunto de conceitos e definições existentes que descreveremos nos capítulos seguintes.

## **1.4 – Metodologia da Investigação**

A metodologia da investigação efectuada foi exploratória, já que consistiu num levantamento e análise de artigos de referência na área, de Teses e Dissertações, bem como recolha de informação em livros, em *Web Sites*, e discussão com especialistas.

O meio privilegiado para a consulta de artigos foi a *Internet* e os veículos e as fontes de informação que mais contribuíram para este trabalho foram o Google, o Google Scholar, o CiteSeer, o Scirus, o B-On e o Portal ACM, entre outros. Para além destas fontes, devemos referir as Bibliotecas Digitais, das quais destacamos a Biblioteca Digital da Universidade do Minho.

Na nossa selecção de artigos, estiveram presentes os seguintes critérios:

- 1 – As credenciais dos autores e das fontes.
- 2 – O número de citações publicitadas e constatadas.
- 3 – A actualidade.
- 4 – A acessibilidade.

A maior dificuldade sentida na utilização desta metodologia derivou da grande quantidade de informação disponível. Foi necessário muito tempo de análise para seleccionar a informação pertinente.

## **1.5 – Organização da Dissertação**

Esta dissertação está dividida em 11 capítulos, para além do índice, índice remissivo, lista de figuras, lista de tabelas, lista de anexos e anexos, lista de acrónimos, resumo, *abstract*, capa e subcapa. O primeiro capítulo abre com uma introdução para enquadrar o tema, apresentar os objectivos principais e o modo como a investigação foi desenvolvida. O segundo pretende contextualizar o trabalho realizado.

O terceiro capítulo, além de considerações gerais sobre os conteúdos de aprendizagem, refere a sua evolução e a sua caracterização.

No quarto, pretende-se apresentar uma primeira abordagem sobre a organização de conteúdos de aprendizagem. Considerações gerais e estruturas de classificação são as duas secções que o integram.

No quinto capítulo, prossegue a organização de conteúdos relacionada com tecnologias descritoras e de referência. Metadados e linguagens de marcação são assuntos explorados em cinco secções.

No sexto, são apresentadas, com o grau de profundidade que a importância de cada uma requer, as normas e especificações de compatibilidade mais utilizadas. Cinco secções foram julgadas necessárias para abordar o AICC, o IMS, o EML e o SCORM. Pela relevância que o SCORM possui face ao nosso trabalho, a este foram reservadas ainda três subsecções para um adequado aprofundamento.

No sétimo, são referidas as questões de granularidade, de interoperabilidade e a sua inter-relação. Tanto a Granularidade como a Interoperabilidade são expostas em três subsecções.

Os capítulos oitavo e nono são reservados para descrever as plataformas com que pretendemos interagir. O oitavo, Repositórios, em duas secções: Considerações Gerais e *DSpace*; o nono, Ambientes de Aprendizagem Electrónica<sup>4</sup>, também em duas: Considerações Gerais e *Easy Education*. Este último é “dissecado” em cinco subsecções.

É, no entanto, no décimo capítulo, que analisamos a questão da interoperabilidade e integração dos repositórios e plataformas de aprendizagem em geral, e do *DSpace* e do *Easy Education* em particular. Além da secção reservada à integração, surge outra com as Recomendações previstas nos objectivos.

No décimo primeiro e último capítulo, são descritas as conclusões desta dissertação: Síntese, Resultados, Limitações, Trabalho Futuro e Encerramento são as secções que o compõem.

Depois deste capítulo e antes dos anexos, apresentam-se algumas referências que serviram de base ao exposto e que apoiam esta dissertação.

---

<sup>4</sup> Aprendizagem utilizando tecnologias da informação e comunicação.

## 2 – Contextualização e Desenvolvimento do Trabalho

### 2.1 – Contextualização

O armazenamento da informação na forma digital tem aumentado de forma exponencial. O armazenamento desta informação só se torna útil se ela puder, mais tarde, ser acedida, reconhecida, utilizada, alterada, isto é, se sobre ela existir a possibilidade de alguma forma de gestão. A utilidade é fortemente aumentada, se ela puder ser partilhada. O meio privilegiado para esta partilha é, sem dúvida, o das redes de computadores e, em especial, a *Internet*.

Os recursos digitais disponibilizados, hoje, pela *Internet* são extensos. Tal facto, se pensarmos a *Internet* como veículo educativo e formativo, não é facilitador da determinação exacta dos conteúdos a adquirir, nem do grau ou dos meios para satisfazer as reais necessidades de formação.

Os recursos digitais acessíveis pela *Internet* são imensos, mas, em geral, não estão na forma adequada para serem dirigidos às necessidades curriculares particulares do potencial cliente (formando). Por isso, têm de ser filtrados ou alterados e transformados em recursos digitais de aprendizagem para serem plenamente úteis.

No contexto da nossa dissertação, um **Recurso de Aprendizagem Digital** é qualquer representação da informação que é usada numa experiência de aprendizagem (ADL, 2004). Pode ter vários níveis de agregação (Robson, 2000).

É então necessário recolher essa informação e tratá-la nos moldes mais convenientes, de forma a potenciar ao máximo aquilo que se pretende: a motivação, a atracção e a aquisição do conteúdo pelo formando e consequentemente a promoção do seu sucesso. A acrescentar, a prática diz que o tratamento necessário para otimizar esta promoção não se pode limitar à reprodução de simples textos com ou sem ilustrações: a informação deverá ser tratada de forma a criar apresentações dinâmicas, simulações, etc., de preferência com alguma forma de interacção com os possíveis interessados.

Das novas correntes da aprendizagem centradas na autonomia e ritmo dos alunos, ressalta a importância e a consequente atenção que deve ser dada à qualidade dos conteúdos de aprendizagem (Esta dissertação aborda questões relacionadas com conteúdos de aprendizagem; tomamos, por isso, a liberdade de chamar conteúdos sempre que nos referimos a conteúdos de aprendizagem).

Nesta dissertação, consideramos que um **Conteúdo de Aprendizagem** é um recurso de aprendizagem independente que, por si só ou associado com outros, pode constituir um objecto de aprendizagem (Sloep, 2003).

Ao longo deste trabalho, entende-se por **Objecto de Aprendizagem** qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante uma aprendizagem apoiada por tecnologia - definição adoptada do IEEE LTSE (LTSC, 2002).

Eles deverão ser estruturados de forma a considerar o perfil de cada aluno, para que este possa promover a construção eficaz do seu conhecimento. Conteúdos de qualidade com estas características são recursos muito dispendiosos, em tempo e em dinheiro. Para diluir os seus custos e aumentar a sua rentabilidade, a estratégia lógica é a sua utilização intensiva, a partilha pelo maior número de utilizadores possível e a reutilização com ou sem modificações pontuais (Sloep, 2003).

Além da qualidade dos conteúdos, o enfoque passou a ser, também, na utilização, na partilha e na reutilização.

Existem, porém, constrangimentos a uma eficaz partilha dessa informação, para além de ela nem sempre estar na forma pretendida, existir em diversos formatos, em múltiplos arranjos (misturas de texto, figuras, imagem e som), em estruturas de armazenamento diferentes, com catalogações particulares, em diferentes plataformas tecnológicas, muitas vezes sem comunicação entre si. Estes problemas fazem-se sentir mais quando é necessário aceder de plataformas diferentes a essa informação, aceder a informação precisa e específica ou manter a informação quando se torna necessário actualizar sistemas.

Neste contexto, o “grão” dos conteúdos (aglomerado de peças de informação diferentes que contribuem para o conteúdo; doravante denominado granularidade) e a interoperabilidade de conteúdos de aprendizagem entre plataformas condicionam fortemente o uso, a partilha e a reutilização de conteúdos (Robson, 2004).

As plataformas consideradas, no âmbito deste trabalho, são tanto as de exposição de conteúdos em ambientes de aprendizagem orientada, como aquelas vocacionadas para recolha, preservação e disponibilização de recursos digitais em geral. A estas chamaremos, daqui em diante, Repositórios ou Bibliotecas Digitais.

No que diz respeito às questões de interoperabilidade entre plataformas, a prática diz que os problemas se colocam quer entre elas, quer entre elas e os repositórios, quer entre repositórios. Diversos obstáculos de índole tecnológica podem barrar a interoperabilidade entre sistemas de diferentes instituições: nem todos os sistemas são compatíveis, assim como o não são as plataformas de apoio; além disso, os conteúdos nem sequer correm sempre em máquinas (computadores) diferentes; muitas vezes, a informação recolhida num formato, fruto do tratamento

e alteração para um modo interactivo, tem de ser guardada noutro formato; e os formatos são diversos, nem sempre compatíveis; e os repositórios nem sempre estão preparados para todos eles.

Se tivermos em linha de conta que o conhecimento deve ser divulgado e acessível ao máximo de utilizadores, para rentabilizar ao máximo as suas potencialidades, ele deve ser facilmente disponibilizado, desejavelmente no maior número possível de repositórios existentes ou a criar.

Sendo assim, a organização de bibliotecas digitais, repositórios de conhecimento científico e de conteúdos de aprendizagem adequados, com a filosofia da compatibilidade e partilha, é de importância crucial para a sociedade tecnológica que se pretende.

Actualmente, estas questões estão a chamar a atenção da comunidade científica desta área, como foi evidenciado pela revisão de literatura efectuada e referida no presente trabalho.

Para a Escola nova, renovada, que se persegue, a constituição de Bibliotecas Digitais, repositórios de conteúdos de aprendizagem em formato digital, é fundamental. As questões encontradas para o armazenamento de recursos digitais em geral, reflectem-se, também, no desenvolvimento destas bibliotecas. Para que elas sejam fomentadoras de um sucesso generalizado das carreiras dos alunos (com ou sem dificuldades), elas têm de ser bem estruturadas, bem catalogadas, têm de interagir bem com os utilizadores e com outros sistemas.

## **2.2 – Desenvolvimento do Trabalho**

A relevância, o grau de complexidade e a dimensão que cercam a organização e implementação de Bibliotecas Digitais compatíveis, bem como a partilha de recursos de aprendizagem, orientaram a presente investigação para o estudo da problemática das tecnologias envolvidas na organização de bibliotecas de conteúdos de aprendizagem. A compatibilidade de plataformas e de conteúdos de aprendizagem assim como as tecnologias envolvidas conduziram ao tema **“Estudo sobre a utilização e interoperabilidade entre conteúdos de aprendizagem com diferentes granularidades”**, tendo em conta que a granularidade é um dos factores que condicionam a interoperabilidade.

Com o intuito de dar resposta a este desafio, levámos a cabo uma pesquisa exaustiva, sob a forma de revisão de literatura, para identificar o estado da arte de métodos de organização de conteúdos de aprendizagem, características dos conteúdos e a sua granularidade. Em paralelo, foram identificados modelos e tecnologias que apoiam, no todo ou em parte, essa organização. Normas e tecnologias de compatibilidade foram também objecto deste estudo.

Ao longo desta dissertação, são analisados e comparados os modelos identificados, bem como as tecnologias de apoio. São igualmente apresentados o estudo realizado e as propostas de possíveis extensões de compatibilidade às tecnologias identificadas.

Dentro destas tecnologias, são referidos com algum realce alguns dos sistemas institucionais de classificação de conteúdos de bibliotecas, de sistemas de organização de conteúdos de aprendizagem e de sistemas de normas de empacotamento para a compatibilidade de conteúdos de aprendizagem. A escolha destes sistemas foi determinada pela sua importância e pelo grau de utilização mencionado na literatura científica mais conceituada que foi consultada.

O estudo e apresentação dos sistemas de classificação justifica-se, pois são utilizados, tal como nas bibliotecas tradicionais, nos repositórios digitais para organizar recursos digitais por áreas da ciência, temas e sub-temas. A adopção do mesmo sistema de classificação para repositórios que se pretendam compatíveis facilita a interoperabilidade.

Pelo seu papel dominante na pesquisa e recolha de conteúdos pelos repositórios, a tecnologia dos metadados é aqui incluída. Os metadados consideram a informação sobre a informação armazenada, no nosso caso de estudo, sobre conteúdos passíveis de serem utilizados em contexto de formação. A informação adicional sobre conteúdos funciona como ponte, para facilitar o acesso aos conteúdos pretendidos. O *Dublin Core* (DC) - que se aplica a recursos digitais em geral - e a sua extensão *Learning Object Metadata* (LOM), do IEEE<sup>5</sup> - que se aplica especificamente a recursos de aprendizagem - são os grupos de metadados estudados e aqui apresentados. Em relação à problemática da compatibilidade, uma das vertentes do nosso trabalho, ela é mais facilmente atingida quando diferentes repositórios utilizam o mesmo corpo de metadados.

Dentro da mesma linha conceptual – estudo sobre a organização dos conteúdos para a interoperabilidade - são estudadas, nesta dissertação, linguagens de marcação, cuja função é a de qualificar componentes dentro dos conteúdos, possibilitando a sua maior estruturação e exploração.

Finalmente, no estudo de tecnologias que melhoram a organização de conteúdos em objectos de aprendizagem que, por sua vez, facilitam a interoperabilidade, são estudadas e apresentadas normas de compatibilidade e de comunicação para as plataformas de aprendizagem LMSs e LCMSs. Nestas, é dada especial relevância ao *Instructional Management Systems* (IMS), *Aviation Industry CBT*<sup>6</sup> *Committee Computer-Managed Instruction* (AICC CMI) e principalmente ao *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM), pela sua adopção generalizada por parte das principais organizações que trabalham neste sector, de acordo com o que recolhemos da análise da literatura científica.

Como a granularidade condiciona a interoperabilidade, com já foi dito antes, é aqui apresentado o estudo deste traço, segundo diferentes perspectivas, assim como o modo como ele

---

<sup>5</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers

<sup>6</sup> Computer-Based Training

interage com a interoperabilidade. Verificamos que a interoperabilidade aumenta com o aumento do nível da granularidade.

Depois da abordagem da temática da organização de conteúdos tendente à sua interoperabilidade, são analisados os aspectos relacionados com as plataformas de aprendizagem e com os repositórios. Depois de um estudo mais generalista das plataformas tecnológicas de suporte a bibliotecas digitais e das plataformas de disponibilização de conteúdos de aprendizagem, são aprofundadas duas delas, de qualidade reconhecida: a plataforma *DSpace*, que é um *software* de gestão de repositórios de recursos digitais, e a *Easy Education*, uma plataforma vocacionada para disponibilizar conteúdos de aprendizagem a alunos; as duas plataformas foram produzidas com o apoio do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) - *USA*. Contribuiu para esta opção, o facto de estas plataformas estarem disponíveis na Universidade do Minho: o *DSpace*, como repositório do trabalho intelectual produzido por professores e alunos, e o *Easy Education*, em regime experimental para a aprendizagem electrónica.

O estudo do *DSpace*, de reconhecido valor no armazenamento, disponibilização e disseminação de recursos digitais, pretende verificar a sua adequação também no caso de recursos de eAprendizagem, ou conteúdos de aprendizagem, tendo em consideração as suas características próprias face aos recursos digitais gerais, de forma a dar cabal suporte às Bibliotecas Digitais de Conteúdos Educacionais.

O estudo destas plataformas conduziu à análise das tecnologias adequadas, suportadas tanto pela plataforma *Easy Education* como pelo *DSpace*, e que apoiam a interoperabilidade (compatibilidade), quer entre elas, quer delas com o exterior.

O estudo efectuado permitiu-nos atingir conclusões que a seguir se enunciam:

A interoperabilidade entre a plataforma *Easy Education* e o *DSpace* e destas com o exterior permite o estabelecimento de uma rede de objectos de aprendizagem.

Os conteúdos podem ser acedidos à distância, utilizando a tecnologia *Web*. Para aplicação dos seus recursos numa aprendizagem organizada e programada, é preciso apenas fazer a gestão do acesso e dos conteúdos.

Com vista à sua ligação com outras ferramentas, é necessário que o *DSpace*, o *Easy* e essas ferramentas suportem as mesmas normas e especificações.

As normas SCORM, IEEE LOM, IMS e AICC CMI são as normas e especificações que a prática apresenta como as melhores, no que à compatibilidade dos conteúdos entre sistemas diz respeito.

Para melhor atingir esse objectivo, a norma SCORM prevê a compactação dos conteúdos em ficheiros, no formato *Zip*. Quanto ao *DSpace*, a documentação de apoio ao programa indica que



o formato *Zip* é desconhecido e não suportado; para efeitos de armazenamento, a prática mostra que o *DSpace* salvaguarda documentos nesse formato. Acrescente-se que uma equipa do MIT está a preparar uma versão de *DSpace* que suporta o SCORM. No entanto, embora o *Easy Education* reconheça o formato SCORM, por enquanto não tem possibilidade de desagregar conteúdos SCORM (SCOs) compactados (formato *Zip*). Isso permite-nos concluir que, entretanto, é preferível armazenar os conteúdos em formatos normalizados vulgares (doc, pdf, jpg, gif, etc.).

Para tornar mais simples a sua reutilização, os conteúdos deverão ser armazenados no *DSpace* com o nível de granularidade mais alto possível, embora possam ser armazenados com qualquer nível de granularidade. Os metadados associados deverão ser do conjunto IEEE LOM (*Dubin Core* extendido aos recursos de aprendizagem), porque este melhor os descreve - como o comprova a prática - e porque é muito utilizado nos repositórios institucionais.

O IMS fornece conjuntos de estruturas pedagógicas que admitem a navegação entre conteúdos, permitindo, dessa forma, uma aprendizagem em função dos interesses e necessidades dos alunos, bem como do seu perfil; pelo contrário, o *Easy Education* ainda não contempla esta funcionalidade.

O AICC CMI disponibiliza uma maneira de trocar informação de controlo entre os conteúdos e LMSs, ao passo que o *Easy Education*, por enquanto, não permite esta comunicação.

Este estudo mostra que, embora com limitações, é possível a transferência da produção científica a partir dos repositórios para ambientes de aprendizagem, concretamente do *DSpace* para o *Easy Education*. É possível a recolha, utilização e transformação desses recursos em conteúdos de aprendizagem ou aulas planeadas, sendo possível, posteriormente voltar a armazená-los no *DSpace*.

Com vista à melhoria da capacidade de integração dos sistemas em estudo - *DSpace* e *Easy* e outras LMSs compatíveis - são apresentadas algumas recomendações no final desta dissertação, nomeadamente a adição ao sistema de uma ferramenta de autor compatível que servirá de “ponte” entre o *DSpace* e o *Easy*.

Quando a versão do *DSpace* que suporta o SCORM for publicada, os conteúdos SCORM poderão ser salvaguardados e preservados no repositório *DSpace*, para reutilização e partilha. Como esta mesma entidade, MIT, está na origem do *Easy Education*, é natural que venha a aparecer a integração completa destas ferramentas.

Partindo da pesquisa feita, podemos afirmar que as tecnologias de apoio à aprendizagem por meios electrónicos têm sofrido nos últimos anos uma grande evolução. Por via do peso dessa evolução, por um lado, e da necessidade de formação rápida e com sucesso, por outro, as estratégias de ensino têm-se diversificado e multiplicado, tendo criado cada vez melhor formação, à distância ou em presença.

Este grau de elevada qualidade aumentou a aceitação, por parte das organizações interessadas na formação, a nível mesmo das grandes empresas e da própria comunidade académica, por todo o mundo.

Responsáveis por este cada vez maior interesse são grupos e organizações e grupos de organizações que trabalham cada vez mais em conjunto para melhorarem a tecnologia e os métodos de apoio à aprendizagem electrónica.

As questões da reutilização e da interoperabilidade, pela sua importância, vieram reforçar o interesse no estudo e na utilização destas tecnologias. Foram elas, as questões, que de certo modo fizeram com que os grupos de interesse trabalhassem em conjunto e levassem a que todo o estudo tomasse um novo rumo, mais comum.

Um elemento preponderante nesse rumo é a importância dada aos conteúdos de aprendizagem: à sua eficácia, ao seu valor pedagógico, à sua organização, reutilização e interoperabilidade.

O SCORM, o IMS e o IEEE LOM são as tecnologias de organização de conteúdos que mais se vão impor no mercado da aprendizagem electrónica, segundo a investigação efectuada e apresentada ao longo da dissertação.

O SCORM e o IMS adoptaram os metadados LOM do IEEE e o SCORM adoptou especificações do IMS para “empacotar” e sequenciar conteúdos. O IEEE é a entidade que acredita novas normas e especificações IEEE (depois de comprovadas e aprovadas). Actualmente, estas organizações estão a trabalhar em conjunto, com vista ao desenvolvimento de normas, especificações e recomendações comuns. A associação destas organizações vai com certeza impulsionar o uso destas normas para a interoperabilidade de conteúdos de aprendizagem. Um factor crítico para a difusão rápida na comunidade educativa é a simplificação da utilização destas tecnologias, que ainda é muito complexa para utilizadores pouco alfabetizados nas tecnologias da informação, desviando dela a esmagadora maioria desses potenciais utilizadores.

Contudo, há um grande espaço para a interoperabilidade e para a reutilização aberta de conteúdos de aprendizagem. Muitas iniciativas vão surgindo a cada dia que passa, nomeadamente:

Uma *framework*, a *IMS Tools Interoperability Framework* (IMS TIF), foi inaugurada a 21 de Junho de 2005, em Sheffield, Inglaterra. O TIF foi desenvolvido pelo *IMS Global Learning Consortium* (GLC) como um mecanismo eficiente e reutilizável para plataformas LMS integradas com ferramentas de terceiros, permitindo às instituições estender as funcionalidades que podem oferecer aos alunos.

Implementações-piloto foram realizadas com as LMS *Blackboard*, *Sakai*, *WebCT* e *Moodle Learning Management Systems*, cada uma ligada com duas ferramentas de avaliação (*Perception* da *Questionmark* e *SAMigo* da *Sakai*) e a *ConceptTutor* da *University of Wisconsin – Madison, USA*.

As organizações IMS, *Advanced Distributed Learning* (ADL) e IEEE *Learning Technology Standards* (LTSC), vão colaborar na actualização e na normalização no Acondicionamento de Conteúdos (*Content Packaging*). Na sessão de trabalho que decorreu em Sheffield, Inglaterra, a 8 de Julho de 2005, representantes da ADL Co-Lab, LTSC do IEEE e o IMS/GLC traçaram uma abordagem colaborativa das três organizações que seguirão para actualizar a especificação *IMS Content Packaging*. Esta especificação actualizada será acreditada como uma norma IEEE e o perfil da especificação *Content Packaging* incluída como um componente-chave do SCORM 2004, que será revisto para estar de acordo com a norma resultante.

O *IMS Global Learning Consortium* iniciou, a 11 de Julho de 2005, o *IMS Compliance Program* (Programa de Conformidade IMS), com o intuito de melhorar, por todo o mundo, a interoperabilidade e a obtenção de produtos de aprendizagem baseados nas especificações IMS.

O *IMS Global Learning Consortium* anunciou, a 12 de Julho de 2005, o lançamento da *Specification ePortfolio* (Especificação ePortofólio). Esta especificação torna a movimentação fácil de portofólios da escola para o trabalho, permite às instituições seguirem melhor as competências dos seus principiantes, apoia a utilização de ePortofólios para o desenvolvimento de carreira e facilita o acesso às preferências de trabalho.

Depois de analisadas estas iniciativas e os consequentes avanços nesta área, o nosso presente estudo alcançou algumas conclusões que ao longo desta dissertação irão ser apresentadas como contributos que se esperam válidos sobre esta matéria:

- 1 – O panorama geral do estado das tecnologias de organização de conteúdos.
- 2 – O estado de algumas tecnologias de suporte ao *eLearning* e a sua evolução.
- 3 – Clarificação dos conceitos de interoperabilidade e granularidade e as suas relações.
- 4 - Identificação e relação entre as principais normas e especificações para a interoperabilidade de conteúdos e sistemas.
- 5 – Caminhos para a integração do *Easy Education* e do *DSpace*.
- 6 – Linhas-guia para investigação em trabalhos futuros.

Espera-se, com este trabalho, dar um contributo para melhorar o desempenho das pessoas e das organizações; das pessoas perante a sociedade, em geral, na sua participação e responsabilidades, e das pessoas nas organizações, em particular, para aumentarem a sua capacidade de intervenção. Pretende-se proporcionar uma via de maior eficácia, de forma a potenciar um maior êxito e satisfação dos indivíduos, enquanto formandos ou profissionais. Por acréscimo, a iniciativa

visa elevar o grau de conhecimentos, de motivação e realização pessoal dos formadores, sobretudo se encarnam também o papel de construtores de conteúdos. Em relação aos formandos, pretende-se, para a sua aprendizagem regular, para um estudo acompanhado, ou para utilização autónoma, promover a disponibilização de conteúdos organizados em Bibliotecas Digitais e, dessa forma, contribuir para o seu sucesso escolar/profissional.

Finalmente, deseja-se que este trabalho proporcione um contributo para o desenvolvimento do saber académico, na área da organização dos Conteúdos de Aprendizagem em Bibliotecas Digitais.

## 3 – Conteúdos de Aprendizagem

### 3.1 – Considerações Gerais

Assiste-se, actualmente, a um grande desenvolvimento e a uma grande proliferação de conteúdos de *eLearning*<sup>7</sup>. O Mercado está em expansão. Muitas organizações vêm nesta “onda” grandes oportunidades de negócio e outras um meio de formar e actualizar os seus quadros, sem grandes dispêndios financeiros nem de tempo.

Desde a criação de conteúdos, passando pela sua salvaguarda e gestão até à disponibilização aos destinatários, coexiste uma grande variedade de aplicações especializadas suportadas por Tecnologias da Informação (TI).

O grau de sofisticação das aplicações atingiu já um nível elevado e a tendência é de uma melhoria acentuada no que diz respeito à sua eficácia. Passada esta fase, a relevância é dada à qualidade dos conteúdos, à sua organização, pesquisa e utilização. As preocupações mais recentes incidem sobre a reutilização e a interoperabilidade dos conteúdos entre plataformas. Produzir conteúdos de qualidade é um processo moroso e caro. Assim, usar muitas vezes um recurso de aprendizagem ou reutilizá-lo com pequenas modificações em função do contexto é uma forma de diluir o seu custo (Sloep, 2003). A interoperabilidade é justificada pela coexistência de múltiplas plataformas, a sua permanente evolução tecnológica, a possível necessidade de migração entre elas e o uso racional de repositórios comuns de conteúdos.

Antes de avançarmos para uma caracterização destes conteúdos, vamos apresentar, na próxima secção, como estes recursos de aprendizagem evoluíram.

### 3.2 – Evolução

O tema desta secção será a visão de como evoluiu a aprendizagem por meios electrónicos - aprendizagem alternativa - desde o surgimento da *Internet* e como e em que contexto aparecem os conteúdos e como são disponibilizados.

No que diz respeito à evolução dos sistemas de aprendizagem electrónica, na perspectiva da forma como os conteúdos são criados e disponibilizados, Robbins (Robbins, 2002) considera 4 estágios:

---

<sup>7</sup> Referimos em particular o *eLearning*, porque o objecto do nosso estudo, organização de conteúdos, está vocacionado para ser utilizado por plataformas desse tipo, embora possa ser usado por outras.

**1º - Produção de conteúdos a partir de diversas ferramentas e disponibilização por computador ou CD-ROM.** Com o surgimento e uso crescente da *Internet*, diversas empresas iniciam um grande desenvolvimento de Bibliotecas de Conteúdos para *eLearning* baseadas na *Web*. A área que mais as procura é precisamente a área das TI, mas emergem rapidamente conteúdos sobre gestão de projectos, liderança, desenvolvimento de equipas, etc. (Robbins, 2002). O *eLearning* aumenta de popularidade e os fornecedores colocam no mercado bibliotecas de conteúdos genéricos baseados na *Web*. Através de modelos de subscrição, muitas empresas disponibilizam bibliotecas de *eLearning* 24 horas por dia, nos 7 dias da semana e a todos os seus empregados.

Os benefícios têm sido óbvios. Empregados que precisavam de aprender uma nova competência rapidamente a adquiriam através de um curso de auto-estudo, apoiado pela *Web* (Robbins, 2002). Isto começou a eliminar a necessidade de distribuir CDs e manuais em papel e ainda com outra vantagem - não necessitavam de esperar que se formasse uma turma tradicional. A distribuição do conhecimento era mais rápida. No entanto, como os conteúdos eram iguais para todas as empresas, não advinha daí grande vantagem competitiva para cada uma delas. As empresas que quisessem conteúdos para competências específicas teriam que os adquirir fora do sistema, o que aumentava os custos.

**2º - Sistemas de Gestão da Aprendizagem (*Learning Management Systems - LMS*).** A partir do momento em que as empresas tomaram consciência do potencial da aprendizagem apoiada pelas TI e disponibilizada através da *Internet*, surgiu no mercado uma nova classe de sistemas - os Sistemas de Gestão de Aprendizagem (LMS). Estes sistemas permitiram, às empresas, a partir do planeamento estratégico, auscultar necessidades de formação dos empregados, clientes e sócios, e depois planeá-la e executá-la. Estas duas ferramentas, planeamento e uma LMS, podem ligar os objectivos da organização aos trabalhos e às competências dos trabalhadores.

Num sistema destes, torna-se possível organizar um catálogo de cursos e disponibilizá-los numa sala de aula virtual. Além disso, o sistema possui outras características: registos de formandos para cursos, envolvimento dos alunos em eventos, gestão individualizada, relatórios de progressão, etc..

**3º - Plataformas de *eLearning* em *Outsourcing*.** Reconhecendo a dificuldade de muitas empresas em criar e fornecer cursos de *eLearning* com **conteúdos proprietários**, surgem no mercado empresas que oferecem plataformas de *eLearning* em *Outsourcing*. Estas empresas analisam os conteúdos de aprendizagem das organizações e criam, hospedam e gerem cursos baseados na *Web*, a partir desses conteúdos.

Assim, fornecem os serviços de *outsourcing* aos conteúdos do curso, na *Web*, mas na sua plataforma de *software*, sob licença. Pela dependência em relação aos fornecedores, as organizações

que usam estas plataformas perdem a possibilidade de mudar rapidamente os conteúdos usando os seus próprios recursos internos. E muitas empresas perdem a posse dos seus materiais no final do curso, os quais, uma vez desenvolvidos num formato suportado apenas pela *Web*, se transformam no produto do fornecedor: os conteúdos são criados pelas empresas de *outsourcing* e estas apenas os disponibilizam nas suas plataformas aos clientes; no final da licença, eles deixam de estar disponíveis e na posse dos fornecedores, sendo que estes os podem utilizar noutro contexto.

**4º - Sistemas de Gestão de Conteúdos de Aprendizagem (Learning Content Management Systems – LCMS).** No passo seguinte, e na sequência dos LMS, surgem os LCMS, cuja finalidade é passar para as organizações a gestão dos seus próprios conteúdos. Estes sistemas são projectados para permitirem que peritos de conteúdos, com pouca perícia na tecnologia, os desenhem, criem e disponibilizem, podendo medir rapidamente os resultados do *eLearning*. As aplicações de LCMS, fundamentalmente, mudam o valor económico dos conteúdos de *eLearning* disponibilizados. Oferecem uma plataforma para disponibilizar **conhecimento proprietário** aos aprendentes individuais (formandos, alunos), sem grandes custos. A grande diferença em relação aos LMS é que estes, para além da disponibilização de conteúdos, permitem o seu desenho e produção, enquanto os LMS apenas os disponibilizam.

Ao longo destas fases, que ocorreram em menos de uma década, conforme a tecnologia ia evoluindo, também a velocidade, a satisfação pessoal, o custo, a flexibilidade e os benefícios do negócio proporcionados por soluções de *eLearning* foram melhorando, bem como o seu impacto nas organizações.

Convém, neste momento do trabalho, esclarecer as diferenças entre LCMS e LMS.

O panorama tecnológico do *eLearning* moderno é dominado pelos LMS. Os LMS são potentes sistemas integrados que apoiam inúmeras actividades realizadas por professores e estudantes durante um processo de aprendizagem. Os professores usam um LMS para desenvolverem cursos ou disciplinas, baseados na *Web*, e realizarem avaliações, para comunicar com os estudantes e para monitorizarem o grau de progressão dos alunos; os estudantes usam-no para aprender, comunicar e colaborar (Brusilovsky, 2004). Os LMS são plataformas que possibilitam a gestão completa de um curso já delineado; permitem, por um lado, a gestão pedagógica do curso e, por outro, a gestão administrativa dos intervenientes. Na parte pedagógica, proporcionam a programação da disponibilização dos conteúdos (o quê, como e em que momento), de tarefas colaborativas e da avaliação. Na parte que diz respeito à administração, permitem a inscrição e o registo dos alunos, o acesso, a sua progressão, e outras funcionalidades, como constituição de turmas, etc..

Nestes sistemas, os cursos são fixos, embora possam ser alterados fora da plataforma. O foco está nos conteúdos e os aprendentes adaptam-se (sujeitam-se) a eles. Os conteúdos estão disponíveis num tempo limitado.

Embora os LCMS possam ter algumas das características dos LMS, a sua grande potencialidade particular é a capacidade de proporcionar a criação, a gestão, o armazenamento e disponibilização de conteúdos para *eLearning*. Acrescente-se que as características comuns ao LMS serão sempre menos potentes; de contrário, seria um sistema mais complexo e mais caro.

Enquanto os conteúdos dos LMS foram previamente preparados e estão fixos, nos LCMS a filosofia é particionar os conteúdos em parcelas (módulos ou **Objectos Individuais de Aprendizagem**) e disponibilizá-los em função das necessidades do formando e na altura adequada: aprendizagem adaptável – não é o aluno que se adapta aos conteúdos; estes são fornecidos em função do seu perfil. O foco é passado para o formando e os conteúdos são entregues (dinamicamente) conforme pedido e dentro de um contexto. Os conteúdos vão sendo actualizados e estão sempre disponíveis. Podem ser reutilizáveis.

Para aumentar as potencialidades administrativas de um LCMS, este pode sempre associar-se a um LMS, ou então, se o investimento o justificar, impõe-se a aquisição de um sistema integrado denominado “SUITE”<sup>8</sup> (já disponível, embora a preços mais elevados).

Sistemas vocacionados apenas para a criação e gestão de conteúdos, que serão utilizados posteriormente em LCMS ou LMS, são considerados Sistemas de Gestão de Conteúdos (**Content Management Systems - CMS**).

Outros sistemas, designados Ferramentas de Autor, são, neste contexto, todas as ferramentas que permitem criar, alterar e/ou adaptar conteúdos e desenhar cursos a partir deles, bem como salvaguardar toda a produção.

Alguns autores não fazem distinção entre LCMS ou LMS, considerando-os todos LMS.

Em comparação com os LCMS, outros sistemas têm surgido com o intuito de melhorar o desempenho dos alunos no processo da aprendizagem. Esses sistemas, conhecidos por *Adaptive Web-based Educational System* (AWBES), poderão ser os sistemas do futuro no campo da aprendizagem electrónica, depois de resolvidas algumas questões.

Os Sistemas Educacionais Adaptáveis baseados na *Web* são sistemas inteligentes que procuram disponibilizar experiências de aprendizagem personalizadas tendo em conta as necessidades individuais dos alunos. Têm capacidade para diagnosticar essas necessidades e, de uma forma inteligente, adaptar os conteúdos a cada aluno.

---

<sup>8</sup> Sistema que integra características dos LCMS e LMS.



Um AWBES proporciona uma aprendizagem mais eficaz que o melhor LCMS. Tem, no entanto, alguns problemas a resolver:

- Enquanto um LCMS tem várias funções integradas – conteúdos, questionários, avaliação, comunicação, etc. – um AWBES tem apenas uma dessas funções, havendo necessidade de vários AWBES para realizar as mesmas operações.
- Outra questão refere-se à reutilização. Enquanto num LCMS os conteúdos podem ser divididos em componentes, facilmente reutilizáveis noutros cursos, num AWBES os conteúdos não são divisíveis em componentes, sendo a reutilização considerada, apenas, para cursos completos. Não é permitida, por conseguinte, a reutilização em cursos diferentes. Um LCMS reutiliza objectos de aprendizagem. Um AWBES reutiliza actividades numa estrutura única.
- A arquitectura num AWBES é mais complicada. Um LCMS necessita apenas de um servidor de comunicação e de um servidor de conteúdos. Um AWBES exige, pelo menos, quatro tipos de servidores – servidores de actividades, servidor de serviços, servidor de portais de aprendizagem e servidor de modulação do estudante.

Este último é responsável pela análise do perfil do estudante para seleccionar as actividades a disponibilizar: recolhe a informação sobre o desempenho do aluno em cada portal e em cada servidor de actividades e, com base nessa informação, fornece os dados sobre o estudante a portais adaptáveis e servidores de actividades que estão habilitados a adaptar materiais instrucionais para eles (Brusilovsky, 2004).

Pese embora as grandes potencialidades apresentadas por AWBES, são, por enquanto, os LCMSs os sistemas mais difundidos na área do *eLearning*. Este facto, aliado a que os LCMSs ainda possuem grandes margens de melhoramento, faz com que a nossa atenção incida sobre conteúdos de aprendizagem para serem utilizados por estes sistemas. Na próxima secção, será feita uma caracterização geral destes materiais.

### **3.3 – Caracterização**

Organizar, armazenar e preservar conteúdos, por meios electrónicos, para a sua posterior utilização (ou reutilização) e partilha de modo eficaz, requer um tratamento adequado de forma a facilitar o acesso. No nosso caso, o acesso previsto é feito por uma plataforma de *eLearnig*, através da *Web*.

O tratamento deverá considerar os formatos e as características pretendidas para os conteúdos.

Os formatos em que os conteúdos se podem apresentar são múltiplos: a maioria das empresas mantém conhecimento proprietário assim como conteúdos de aprendizagem numa grande variedade de formatos de ficheiros. Uma organização pode ter conteúdos de formação em ficheiros Word, apresentações em PowerPoint, animações Flash etc., disseminados por todos os seus departamentos, segundo o whitepaper de IDC, "*Learning Content Management Systems: Comparative Analysis of Emerging Technologies*," citado por (Ellis, 2001). Os formatos disponíveis para a produção de conteúdos são diversos e a tendência é para surgirem mais.

No que diz respeito às características pretendidas (desejáveis) para os conteúdos, elas são variadas:

- Cada parte de conhecimento deve ser armazenada como um objecto reutilizável da aprendizagem, seja como um pedaço do conhecimento distinto que possa ser mantido como um recurso para desenhadores de conteúdos, seja como um objecto autónomo que possa ser disponibilizado como tal (Robbins, 2002);
- Os objectos altamente personalizados da aprendizagem, baseada no conhecimento existente original, na perícia e nas exigências da aprendizagem, devem ser acessíveis *online* (Ellis, 2001);
- A disponibilização dos conteúdos deve ser precisa e de acesso fácil;

Os conteúdos devem

- Possuir etiquetas de identificação, cobertura, actualidade, facilidade de uso, linguagem de indexação, documentação, meio de armazenamento, formato, estrutura, validação e avaliação;
- Corresponder à integridade científica do conhecimento que lhes deu origem;
- Considerar o perfil do consumidor e a profundidade desejada;
- Considerar padrões de apresentação adequados;
- Considerar os padrões desejados, quanto ao tempo de acesso, relevância e pertinência;
- Considerar ambientes de consumo: ambientes de pesquisa, de desenvolvimento, de ensino/aprendizagem, de produção, de consumo ou genéricos;
- Considerar vínculos que facilitem a disponibilização dos conteúdos por meio de sistemas de informação (Ellis, 2001).

Outras características consideram a vertente pedagógica e referem-se à realidade, eficácia, atracção e acessibilidade das experiências de aprendizagem fornecidas pelos conteúdos. Estas características advêm do pressuposto, por um lado, de que a *Internet*, só por si, não garante o sucesso na aprendizagem, mas sim a conjugação da tecnologia e do *design* pedagógico, e, por outro, de que a aprendizagem não se resume a transferir conhecimento pela disponibilização de conteúdos - é

necessário aprender, seja através de actividades resolvendo problemas, interagindo com dispositivos reais e interagindo com situações sociais e reais de trabalho.

Numa perspectiva do *design* pedagógico, deverão ser agregadas todas as características necessárias para tornar a aprendizagem num sucesso. Para facilitar esse sucesso, as unidades de aprendizagem deverão ser disponibilizadas com níveis de agregação adequados para garantir a qualidade (Koper, 2004b).

Neste contexto, uma **Unidade de Aprendizagem** é a mais pequena unidade que fornece eventos de aprendizagem a alunos, satisfazendo um ou mais objectivos de aprendizagem inter-relacionados (Koper, 2004b). Tanto pode ser uma lição como uma disciplina ou um módulo (Nejdl, 2002).

Finalmente, embora os conteúdos possam ser disponibilizados de forma livre, em muitas situações, por interesses vários, o acesso é restrito. Nestas situações, devido à natureza proprietária dos conteúdos, eles devem, ainda, estar protegidos por mecanismos de segurança e de encriptação (Ellis, 2001).

Para assegurar as características anteriores é, então, necessário organizar por temas, empacotar, classificar e registar os conteúdos em repositórios pesquisáveis (Godby, 2004), segundo **normas técnicas** e sistemas de classificação coerentes, consensuais e compatíveis.

**Normas Técnicas** são especificações que partilham termos, interfaces, representações, práticas, etc.. Se um artefacto (computador, rede de computadores, programa de *software* ou representação de dados) é construído para ser compatível com uma norma técnica, então tal norma assegura que múltiplos interessados serão capazes de interpretar ou interagir com tal artefacto sem necessitar de ajuda do seu criador (Suthers, 2002).

**Especificações de Tecnologias de Aprendizagem** são especificações de métodos e técnicas que apoiam a realização do *eLearning*. São independentes do *hardware* e do *software* (Hummel, 2004).

Constatamos a existência de dois tipos de normas:

Normas Tipo 1 - São criadas e mantidas por organizações tais como:

- *The World Wide Web Consortium* (W3C)
- *The International Organization for Standardization* (ISO)
- *The IMS Global Learning Consortium* (IMS)
- *The Aviation Industry CBT Committee* (AICC)
- *The IEEE Learning Technology Standards Committee* (IEEE LTSC)
- *The Advanced Distributed Learning Initiative* (ADL)

Embora estas organizações sejam de composição, processo e situação legal (direitos) diferentes, têm características comuns:

A - Grupos de indivíduos, companhias e outros interessados trabalham conjuntamente para produzir especificações técnicas que qualquer um pode obter e usar. As normas de funcionamento variam:

- A participação pode ser apenas por convite.
- A participação pode estar acessível apenas a membros ou para qualquer um.
- Os membros podem ser indivíduos, organizações e nações.
- Podem não existir taxas, ou estas serem mínimas, ou serem de muitos milhares de euros por ano.

A maior parte das organizações deste tipo usa um processo consensual, mas as definições de consensos, os direitos de recurso, os processos próprios, etc., podem diferir.

B - As especificações são mantidas pelo grupo que as produziu e há mecanismos pelos quais o mercado pode participar ou dar *feedback*.

Há uma distinção formal entre uma “especificação” - que diz o que fazer -, uma “norma de facto” - que é uma especificação que uma comunidade acordou usar - e uma “norma de direito” - que é uma especificação que foi aprovada como padrão por uma instituição normalizadora, tal como IEEE ou ISO (*International Organization of Standardization*).

Normas Tipo 2 – Advêm da proliferação de um produto particular ou de um grupo de produtos do mercado, dos quais são exemplos o *Microsoft Word*, o *Flash*, o *Portable Document Format* (PDF), etc.. Embora quase toda a gente possa abrir e usar um ficheiro *Word*, e o *Acrobat Reader* ou o *Flash* ligados a *Web browsers* sejam ubíquos e disponíveis livremente, a propriedade intelectual por trás destes formatos é possuída e mantida por companhias individuais. É aceitável chamar a estes formatos, formatos normalizados de ficheiros (*standard file formats*) ou formatos normalizados (*standardized format*), mas é melhor evitar chamar-lhes normas (*standards*) (Robson, 2004).

Normas, especificações e sistemas de classificação serão os temas dos próximos capítulos. Iremos tratar da classificação e organização de conteúdos de aprendizagem, bem como das tecnologias envolvidas.

## 4 - Classificação de Conteúdos

### 4.1 – Considerações Gerais

O uso intensivo das Tecnologias da Informação e a facilidade de acesso vieram disponibilizar uma grande quantidade de informação, sendo necessários novos métodos ou procedimentos de organização e de recuperação da informação, para minimizar o caos e proporcionar uma recolha selectiva da informação de qualidade.

Organizar e classificar a informação é um processo que facilita o acesso, de forma objectiva, rápida e efectiva, aos conhecimentos criados, adquiridos, adaptados e armazenados em suportes adequados. É um processo dinâmico e contínuo.

É um processo que se torna ainda mais complexo se atendermos ao facto de a informação poder ser oriunda de múltiplas fontes ou resultante de actividades de pesquisa ou de desenvolvimento em qualquer suporte (publicações impressas ou electrónicas, diapositivos, vídeos, filmes, fotos, bases de dados, sistemas de informação, dados brutos e outros).

A relevância das fontes de informação e a sua qualidade deverão ser objecto de cuidados especiais. Fontes duvidosas dificilmente originarão bons conteúdos. Relatórios que analisem a eficácia dos objectos de aprendizagem individual devem estar disponíveis.

Para uma verdadeira eficácia dos métodos de classificação, estes deverão ser adoptados por toda a cadeia de profissionais da área: Investigadores, Autores, Engenheiros, Técnicos, etc., isto é, deverá ser consensual.

As actuais formas de classificação consideram as novas estratégias de disponibilização para promoverem a disseminação e o desenvolvimento do conhecimento. E estas novas correntes estratégicas apontam para a disponibilização do conhecimento personalizado. Ou, dito de outra forma, à medida do consumidor.

Há dois caminhos, gerais, para abordar a organização da informação em conteúdos, no nosso contexto:

1 – O trabalho de pesquisar, recolher, tratar e armazenar a informação existente. Tratar, aqui, significa transformar e segmentar a informação em conteúdos e, de seguida, empacotá-la em Objectos de Aprendizagem ou Unidades de Aprendizagem;

2 – Organização, segundo um plano, da informação, quando se pretende produzir conteúdos de raiz. Esta via requer uma definição prévia de requisitos a que a informação se submete.

Classificar a informação consiste em adequá-la, em termos de linguagem e meios, à utilização que se vai fazer dela.

Na secção seguinte serão apresentadas as estruturas de classificação mais utilizadas.

## 4.2 – Estruturas de Classificação

A classificação de conteúdos é uma forma de organização do conhecimento. É um processo-chave usado no enquadramento da teoria, da acumulação de conhecimento e da sua representação. É usada para representar entidades ou conceitos e as suas relações.

Um sistema de classificação agrupa (categoriza) entidades ou conceitos baseado em atributos partilhados ou divide uma entidade ou conceito em mais pequenas/mais estreitas entidades/conceitos com base em alguma regra de divisão.

Regras de divisão e atributos de classificação pressupõem a existência de alguma(s) estrutura (s) de classificação. Organizar uma estrutura de classificação pesquisável facilita a pesquisa, o acesso e a recuperação dos recursos pretendidos (Koch, 1997).

Esta estrutura, consensual, teria efeitos de normalização, com o propósito de:

- 1 - Facilitar o acesso aos conteúdos.
- 2 - Alargar ou estreitar pesquisas.
- 3 - Simplificar o vocabulário para pesquisa.
- 4 - Simplificar a partilha de conteúdos.

Uma **Classificação**, por definição, é um sistema, uma estrutura ou um esquema lógico para a organização do conhecimento, geralmente por assunto. Os esquemas de classificação são alfabéticos e/ou numéricos (Wiki, 2004). Por sua vez, um **Esquema** é uma combinação de elementos ordenada e sistemática, um conjunto de regras para codificar a informação que apoia uma comunidade específica de utilizadores (Woodley, 2001).

A classificação faz parte de uma ciência mais geral, a Taxonomia. A **Taxonomia** pode referir-se tanto a uma classificação hierárquica das coisas como aos princípios que baseiam a classificação. Quase tudo - objectos animados, objectos inanimados, lugares e eventos – pode ser classificado de acordo com algum esquema taxonómico (Wiki, 2004).

Os esquemas de classificação dividem-se em (Koch, 1997):

- a. Estruturas Universais, quando são aprovadas e utilizadas por todo o mundo;
- b. Estruturas Nacionais Gerais, quando cobrem temas gerais designados para utilização de um país;
- c. Estruturas de Temas Específicos, designados para comunidades particulares de Temas;
- d. Estruturas Proprietárias, para utilização particular a partir de ontologias particulares.

Cada uma destas estruturas ou sistemas tem associada uma Ontologia.

Uma **Ontologia** é um esquema conceptual exaustivo e rigoroso num dado domínio. Tipicamente, é uma estrutura de dados contendo todas as entidades relevantes, as suas relações e regras (teoremas e regulações) no âmbito desse domínio (Wiki, 2004).

As ontologias pressupõem a existência de um conjunto de termos específicos da máxima importância para o domínio a que diz respeito. Este conjunto de termos é denominado *Thesaurus*. **Thesaurus** é uma lista de palavras com significados semelhantes ou relacionados (Wiki, 2004). É, também, um vocabulário controlado de termos ou conceitos que são estruturados automaticamente (relações pai/filho) ou como equivalências (sinónimos), e termos relacionados (associativo) (Woodley, 2001).

Um **Vocabulário Controlado** é um conjunto prescrito de termos consistentemente utilizados e cuidadosamente definidos (Woodley, 2001).

Do exposto, se pode inferir da magnitude de um processo que viabiliza uma ontologia, o *thesaurus* e um sistema de classificação de determinado domínio da ciência. No nosso contexto, área dos conteúdos para a aprendizagem electrónica, tal não foge à regra. É necessário muito cuidado na adopção de um sistema ou esquema de classificação para a organização de conteúdos que se pretende partilhar. A interoperabilidade é facilitada pela escolha do mesmo esquema de classificação, pese embora o facto de ser sempre possível utilizar *software* de conversão de um sistema para outro (Koch, 1997).

Há, felizmente, muitas opções para a adopção de esquemas de classificação comprovados. Da pesquisa bibliográfica efectuada, encontramos estruturas de classificação de conteúdos que se baseiam nos sistemas de classificação de bibliotecas, dos quais apresentaremos as que mais vezes foram mencionadas:

- 1 *Dewey Decimal Classification* (DDC).
- 2 *Universal Decimal Classification* (UDC).
- 3 *Estrutura de classificação* EI.
- 4 *Estrutura de classificação* INSPEC.
- 5 *Mathematics Subject Classification* (MSC).
- 6 *ACM Computing Classification System* (CCS).
- 7 *Library of Congress Classification System* (LCCS).

#### **4.2.1. Dewey Decimal Classification (DDC)**

A estrutura de classificação *Dewey Decimal Classification* (DDC) deve-se a Melvil Dewey que a iniciou em 1876 (Patschke, 2000). Ao longo do tempo, foi sofrendo actualizações para acompanhar o crescimento da ciência, a última das quais em 2003 (Dewey, 2003). O código é baseado no sistema decimal, constituído por vários dígitos, em que os mais significativos dizem respeito a 10 grandes áreas da ciência:

- 000 Generalities
- 100 Philosophy, parapsychology and occultism, psychology
- 200 Religion
- 300 Social sciences
- 400 Language
- 500 Natural sciences and mathematics
- 600 Technology (Applied sciences)
- 700 The Fine arts and decorative arts
- 800 Literature (Belles-lettres) and rhetoric
- 900 Geography, history, and auxiliary disciplines

Dentro de cada área, o sistema vai sendo subdividido por temas e a cada tema correspondem os dígitos menos significativos, como se pode ver no pequeno trecho no **Anexo I**.

#### **4.2.2. Universal Decimal Classification (UDC)**

*Universal Decimal Classification* (UDC) - Classificação Decimal Universal - é um sistema de classificação de bibliotecas, desenvolvido pelos bibliotecários Belgas Henri la Fonyaine e Paul Otlet, nos finais do século dezanove (McIlwaine, 2004). É baseado no *Dewey Decimal Classification*, mas mais potente. Usa sinais auxiliares para indicar variados aspectos de um assunto ou relações entre assuntos, como mostra o exemplo 2. Desta forma, contém um elemento sintético-analítico e é usado em bibliotecas especializadas.

O UDC tem sido modificado e extendido ao longo de muitos anos para fazer face ao incremento de muitas disciplinas do conhecimento humano, e seguirá em contínua revisão para considerar novos “saberes”.

Os documentos classificados pelo UDC podem ter qualquer formato: literatura, filmes, vídeos, som, mapas e peças de museu.

O sistema usa dígitos do sistema decimal (UDC, 2004). O código de classificação é constituído por um número (número que vai crescendo conforme o conhecimento vai sendo aprofundado, sem causar perturbações nos restantes) de dígitos decimais em que os mais significativos se referem à área do saber e os menos aos assuntos (conteúdos) daquele tema:



Exemplo 1: 61 – Ciências Médicas

611 - Anatomia

611.1 - .....

611.11- .....

611.2 - .....

612 - .....

62 – etc.

Um documento pode ser classificado com uma combinação de categorias diferentes através do uso de símbolos adicionais, Exemplo 2:

Exemplo 2:

+ adição; ex.: 59+636 Zoologia e Criação de Animais

/ Extensão; ex.: 592/599 Zoologia Sistemática ( de 592 a 599 inc)

: Relação; ex.: 17:7 Relação da Ética à Arte

[] Algébrico ex.: 31:[622+669](485) Estatística da Mineração e Metalurgia na Suécia

= Língua ex.: =20 – Inglês, 59=20, Zoologia em Inglês

O UDC funciona bem em computadores e com dispositivos de classificação. A versão nuclear, chamada *Master Reference File* (MRF), tem 60.000 subdivisões e está disponível no formato de base de dados. A versão total tem 220.000 subdivisões.

#### 4.2.3. Estrutura de Classificação EI

O código de classificação EI (EI, 2004) é um esquema de classificação desenvolvido por *Engineering Information, Inc.* Esta estrutura, *Engineering Information*, mais conhecida por EI, foi criada em 1884, na *Washington University, St. Louis, USA*. Ela ajuda a identificar, a organizar e a facilitar o acesso a literatura de engenharia publicada em todo o mundo.

O sistema foi subdividido (1993) e agora compreende 6 categorias principais subdivididas em 38 séries de temas e para cima de 800 classes individuais. Debaixo de cada categoria principal há 4 níveis de aumento de especificidade. É um esquema numérico, mas de conteúdos não hierárquicos: não está organizado hierarquicamente.

Na Classificação EI (EELS, 2003), a estrutura usada é um código numérico, baseado na *Universal Decimal Classification* (UDC).

O código é composto por um número inteiro de três dígitos (D), um ponto e um número decimal. Excerto em **Anexo II**.



#### 4.2.4. Estrutura de Classificação INSPEC

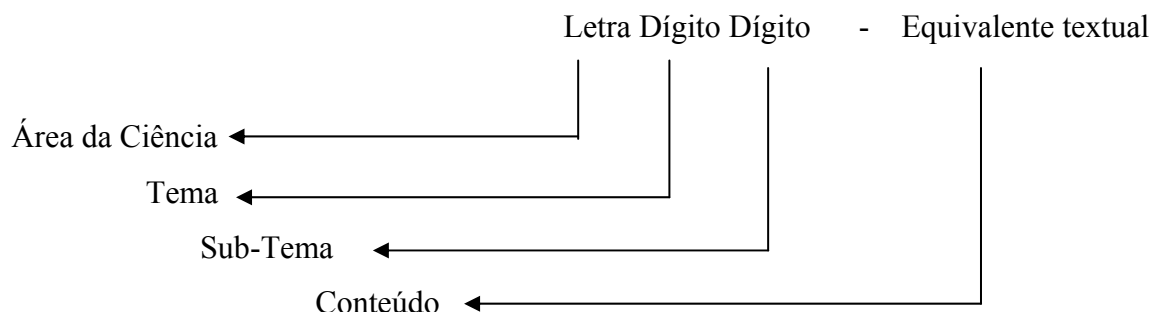
INSPEC, INC. é uma empresa consultora independente de Arquitectura e Engenharia, (INSPEC, 2004).

Está sediada em *Minneapolis, Minnesota, USA*, e possui uma base de dados bibliográfica de 8 milhões de registos sobre literatura científica e técnica e produção de engenharia. As áreas cobertas são a física, a engenharia eléctrica, a ciência de computadores e a engenharia de produção e fabrico.

A base de dados tem, também, um milhão de *links* em *full-text* codificados em XML.

Para facilitar a pesquisa dos assuntos (que estão totalmente digitalizados), a organização constituiu um sistema de classificação.

A estrutura de classificação INSPEC (INSPEC, 2004) compreende secções por temas, cada um com níveis de códigos alfa-numéricos individuais e correspondendo a equivalentes textuais.



Os códigos numéricos são listados no campo de Códigos de Classificação (CC) e o seu equivalente textual é listado no Campo de Classificação (CL). A Estrutura de Classificação INSPEC divide-se em quatro grandes categorias:

A	Physics	Física
B	Electrical and Electronic Engineering	Engenharia Eléctrica e Electrónica
C	Computers and Control Technology	Computadores e Tecnologia de Controlo
D	Information Technology	Tecnologia da Informação

Cada uma destas categorias contém um ou dois níveis de códigos numéricos e os seus equivalentes textuais; ver **Anexo III**.

#### 4.2.5. *Mathematics Subject Classification* (MSC)

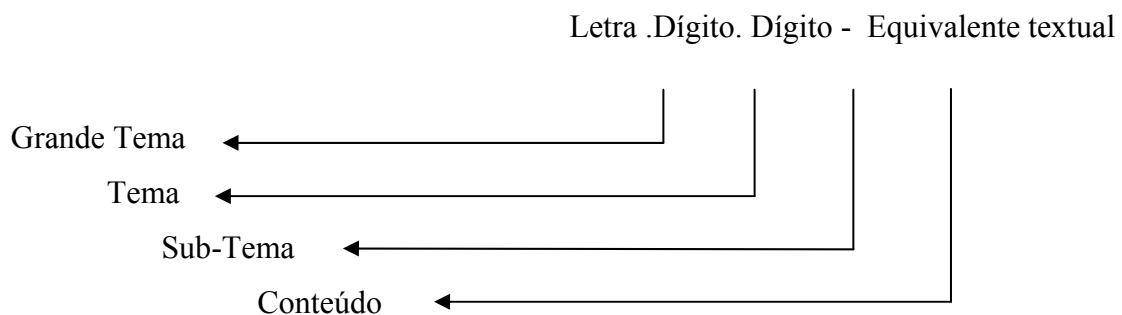
A estrutura de classificação *Mathematics Subject Classification* (MSC) surgiu em 1991, através de dois *journals*, *Mathematical Reviews* (MR) e *Zentralblatt fur Mathematik* (Zbl) (MR, 2000). Foi revista em 2000, com o título MSC2000, colaborativamente pelos editores dos dois *journals*. Durante o processo, eles pediram ajuda e sugestões à comunidade científica desta especialidade.

O MSC2000 começou a ser imediatamente usado por aqueles *journals*. Muito parecido com as estruturas mostradas nas secções anteriores, apresenta-se apenas um excerto; ver **Anexo IV**.

#### 4.2.6. *ACM Computing Classification System* (CCS)

O *ACM Computing Classification System* (ACM CCS) é um sistema para a classificação e indexação de literatura sobre a informática, da responsabilidade da *ACM Publications*, desde 1978 (Coulter, 1998). Até 1995, teve o nome de *Computing Reviews Classification System* (CRCS). Como todos os sistemas, mostrados nas secções anteriores, também este tenta acompanhar a evolução do conhecimento, sofrendo contínuas actualizações.

O sistema é constituído por códigos de letras e números separados por pontos (ACM, 2003):



Uma parte da estrutura é mostrada no **Anexo V**.

#### 4.2.7. *Library of Congress Classification System* (LCCS)

O *Library of Congress Classification System* (LCCS) é usado em todas as bibliotecas das universidades e escolas dos EUA. Separa o conhecimento em 21 classes. Cada classe principal é identificada por uma letra do alfabeto. As subclasses são identificadas por combinações de letras; a primeira representa a classe raiz e a segunda subclasses mais específicas. Sub-tópicos dentro das classes e subclasses são subdivididos em subgrupos numéricos.

Como exemplo, QC16.E5 poderia ser uma referência de física. Ver **Anexo VI**.

## 5 – Organização de Conteúdos

### 5.1 – Considerações Gerais

Instituições envolvidas na organização da informação em ambiente *Web* - como a construção de bibliotecas digitais, bases de dados, portais e *sites*, entre outros serviços - estão a deparar-se com a necessidade de implementar normas de descrição dos seus recursos electrónicos (Souza, 2000).

Os sistemas de Gestão de Conteúdos que envolvem a organização, salvaguarda e recuperação dos Objectos de Aprendizagem devem possuir mecanismos que permitam guardar e exibir, quando necessário, informações sobre as características desses objectos. Estas informações são essenciais para a selecção e utilização dos conteúdos.

Por outro lado, deve ser possível aceder aos conteúdos, nas situações de pesquisa de assuntos, definições, conceitos, etc..

Da nossa revisão de literatura, sobressaíram as tecnologias referenciadas nos capítulos seguintes, que nos permitem explorar caminhos que nos levem à meta a atingir: organização dos conteúdos de aprendizagem com vista à sua interoperabilidade.

### 5.2 - Metadados

Uma tecnologia, extremamente rica, vocacionada para reter informações sobre os conteúdos, denomina-se **Tecnologia dos Metadados**. Não está relacionada directamente com a organização de conteúdos mas sim com a sua descrição. Esta descrição pode ser depois utilizada para a organização desses conteúdos.

Etimologicamente, o vocábulo Metadados remete-nos para um processo de criação da palavra por derivação, sendo que o prefixo *meta* nos guia para uma duplicação do conceito: se a metalinguística é o uso da língua para explicar a língua; se a metafísica é a abordagem do que explica a física; então, o termo metadados conduzir-nos-á à definição de dados sobre dados.

De forma simples, podemos definir **metadados** como informação estruturada sobre recursos de informação. Assim, eles resumem, enriquecem ou complementam os objectos referenciados, aumentando o potencial informativo (Borbinha, 2002).

Outras definições para metadados incluem:

- Os Metadados são dados que descrevem os atributos de um recurso. Ele suporta um número de funções: localização, descoberta, documentação, avaliação, selecção, etc. (Ikematu, 2003).
- Os Metadados em geral são “dados sobre dados”; funcionalmente, são “dados estruturados sobre dados”. Os Metadados incluem dados associados tanto a um sistema de informação como a um objecto de informação com o propósito de descrição, administração, requisitos legais, funcionalidade técnica, utilização e forma de utilização e preservação (Woodley, 2003).

Neste contexto, metadados é um conceito estritamente ligado à concepção da **Web Semântica**<sup>9</sup>, sendo esta, por seu lado, uma extensão da própria *Web* na qual se fornece à informação um significado bem definido, criando, desse modo, uma relação de cooperação entre o computador e os indivíduos (Berners-Lee, 2001).

“Quando se fala em metadados semânticos, pretende-se designar metadados que dão algum tipo de informação sobre o significado dos dados a que se referem” (Baptista, 2002).

Os metadados semânticos são, portanto, no processamento de dados, dados definidores que fornecem informação sobre ou documentação de outros dados dentro de uma aplicação ou de um ambiente; por exemplo, metadados podem documentar dados sobre elementos (atributos como nome, tamanho, tipo) e dados sobre estruturas (campos, colunas) ou sobre dados (localização, associação, propriedade). Podem ainda conter informação descritiva sobre o contexto, a qualidade e a condição ou características dos dados.

Os metadados fazem uma descrição de dados (Saddik, 2001):

- Sumariam o significado dos dados (i.e., de que dados se trata)
- Permitem aos utilizadores pesquisar dados.
- Permitem aos utilizadores determinarem se os dados são o que eles querem.
- Impedem alguns utilizadores (ex. crianças) no acesso aos dados.
- Recuperam e usam uma cópia de dados (i.e., onde ir buscar os dados)
- Instruem sobre o modo de interpretar os dados (e.g., formato, codificação, encriptação)

Sendo assim, é uma tecnologia que serve, em parte, o nosso propósito: descrição de cada conteúdo classificado, para partilha e disponibilização em plataforma baseada na *Web*. Espera-se que os metadados ajudem a obter melhores resultados na pesquisa de recursos digitais de aprendizagem. Para encontrar um recurso de aprendizagem digital, pode optar-se pela pesquisa de todo o documento, ou, melhor opção, pela pesquisa por título, por autor, por data, por assunto, etc.

---

<sup>9</sup> Segundo a visão de Tim Berners-Lee, a *Web* seria como uma base de dados global em que a infraestrutura da *Web Semântica* permitiria às máquinas fazer deduções e organizar a informação como os humanos. Nessa arquitectura, haveria lugar à semântica (significado das coisas), à estrutura (organização dos elementos) e à sintaxe (comunicação) (Woodley, 2003).

(aqui, o uso de metadados e a descrição do recurso são fundamentais). Para que isto seja possível, é necessário ligar o metadado ao recurso, de tal modo que fique perfeitamente identificado. A descrição dos recursos por metadados e a sua utilização comum em comunidades levou ao aparecimento de esquemas de metadados com vocabulários comuns e específicos (Brase, 2003).

Existem vários padrões de metadados, nem sempre compatíveis. Alguns desses padrões são aqui apresentados (Ikematu, 2003):

- *Directory Interchange Format* (DIF) – padrão para criar entradas de directórios que descrevem um grupo de dados;
- *Government Information Locator Service* (GILS) – informações governamentais;
- *Federal Data Geographic Committee* (FGDC) – descrição de dados geoespaciais;
- *IEEE Learning Object Metadata* (IEEE LOM) – descrição de objectos de aprendizagem;
- *Machine Readable Card* (MARC) – catalogação bibliográfica;
- *Consortium for the Interchange of Museum Information* (CIMI) – informações sobre museus;
- *Meta Data Interchange Specification* (MDIS) - padrão para troca de metadados entre ferramentas da Tecnologia de Informação;
- *Open Information Model* (OIM) – conjunto de especificações para facilitar o compartilhamento e reutilização no desenvolvimento de aplicações e *data warehouse*;
- *Common Warehouse Meta Model* (CWM) – padrão para troca de informações entre esquemas de banco de dados e *data warehouse*;
- *Dublin Core* (DC) – dados sobre recursos da *Web*.

Este último está a ser muito usado e adoptado por entidades de todo o mundo, especialmente aquelas que se dedicam a gerir repositórios bibliográficos, documentais, etc.; é o *Dublin Core* (DC) que refere dados sobre páginas da *Web*. É um padrão que tem vindo a impor-se.

### **5.3 - Dublin Core (DC)**

O *Dublin Core* é um padrão internacional de metadados da responsabilidade da organização *DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE* (DMCI). O Dublin Core pode ser definido como sendo o conjunto de elementos de metadados planeado para facilitar a descrição de recursos electrónicos (Souza, 2000). Estes metadados são dos exemplos mais prometedores na área educacional (Robson, 2000).

“O *Dublin Core Metadata Element Set* (DCMES), geralmente denominado apenas como Dublin Core (DC), uma recomendação do *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI), é um conjunto de 15 elementos para catalogação/descrição de objectos, suficientemente amplo e flexível para ser

usado nas mais diversas situações” (Baptista, 1999). E, actualmente, é um dos esquemas mais conhecidos e utilizados em todo o mundo (Brase, 2003).

As principais características do padrão DC são a simplicidade na descrição dos recursos, a compreensão semântica universal (dos elementos), o seu âmbito internacional e a sua extensibilidade (o que permite a sua adaptação às necessidades adicionais de descrição) (Souza, 2000).

Esta organização, DCMI, dedica-se a promover a adopção internacional de padrões de metadados interoperáveis e a desenvolver vocabulários especializados para descrever os recursos que viabilizam os sistemas inteligentes de informação (Dublin Core, 2005).

O *Dublin Core* facilita a descoberta de recursos *online* num ambiente de rede (Shen, 2002). A *Internet* disponibiliza recursos que estão largamente duplicados, com vários níveis de qualidade e raramente estruturados (Grissom, 1999). É missão do DC facilitar a pesquisa de recursos na *Internet* através das seguintes actividades:

1. Desenvolver padrões de metadados através da pesquisa em vários domínios.
2. Definir estruturas para a interacção dos conjuntos de metadados.
3. Facilitar o desenvolvimento de conjuntos de metadados de especificidade comunitária ou disciplinar que estejam de acordo com os *items* 1 e 2 (Dublin Core, 2005).

As actividades da DCMI incluem:

1. Desenvolvimento e manutenção de padrões, através da promoção de *workshops* e da criação de grupos de trabalho para desenvolver e actualizar as recomendações desta organização;
2. Ferramentas, serviços e infraestruturas, incluindo o registo de metadados DMCI, para apoio à gestão e manutenção destes metadados em diversas línguas;
3. Alcance educacional e união comunitária, incluindo o desenvolvimento e distribuição de recursos educacionais e profissionais, através da sua capacidade para aconselhar e coordenar actividades dentro e entre comunidades de metadados (Dublin Core, 2005).

Como fruto de todo este permanente trabalho, a Iniciativa de Metadados *Dublin Core* criou um documento destinado a ser adoptado e partilhado pela comunidade internacional e que apresenta a descrição de referência dos Elementos deste núcleo e as suas definições normalizadas.

Os Elementos descrevem-se através de atributos. Há quatro classes de atributos de metadados :

- 1. Origem e modo de criação:** processo e agente criador (exemplo: catalogador humano, termos de indexação extraídos por uma aplicação informática, informação fornecida pelo editor, etc.);

2. **Estrutura e semântica:** metadados organizados segundo estruturas semânticas normalizadas ou não, registos criados seguindo controlo de autoridades e vocabulários ou não (ex.: *Dublin Core*, MARC, EAD, utilização das AACR, etc.);
3. **Estatuto:** metadados estáticos, dinâmicos, persistentes ou temporários (ex.: elementos estáticos como título ou autor, ou elementos dinâmicos como preço, condições de acesso e uso, etc.);
4. **Nível:** nível de descrição (detalhado ou básico), descrição de colecções, objectos ou *items*, etc..

Cada um dos Elementos *Dublin Core* é descrito através de dez atributos da norma I S O / I E C 11179, a saber:

1. **Nome** - A etiqueta atribuída ao elemento de dado;
2. **Identificador** - O identificador único atribuído ao elemento de dado;
3. **Versão** - A versão do elemento de dado;
4. **Autoridade de Registo** - A entidade autorizada a registar o elemento de dado;
5. **Língua** - A linguagem na qual o elemento de dado é definido;
6. **Definição** - Uma afirmação que representa claramente o conceito e a natureza do elemento de dado;
7. **Obrigaçao** - Indica se o elemento de dados é sempre obrigatório ou não (contém um valor);
8. **Tipo dos Dados** - Indica o tipo de dados que podem ser representados no valor do elemento de dado;
9. **Máxima Ocorrência** - Indica qualquer limite à repetição do elemento de dado;
10. **Comentário** - Uma nota relativa à aplicação do elemento de dado.

Seis dos referidos dez atributos são comuns a todos os elementos "*Dublin Core*". Esses são, com os seus respectivos valores:

Versão:	1.1
Autoridade de Registo:	<i>Dublin Core Metadata Initiative</i>
Língua:	pt ("en" na versão original)
Obrigaçao:	Opcional
Tipo dos Dados:	Cadeia de caracteres
Máxima Ocorrência:	Ilimitada

Cada elemento "DC" refere-se ao recurso a ser descrito. Por recurso entende-se «tudo o que tiver identidade»; logo, um recurso pode ser um serviço ou um recurso de informação ou pode



ainda assumir sentidos mais latos (Dublin Core, 2005); no nosso caso, um conteúdo de aprendizagem.

No contexto desta dissertação, os metadados deverão descrever as características relevantes dos conteúdos ou recursos educacionais, quando eles se encontram organizados em bibliotecas, para mais rápida e facilmente serem descobertos e utilizados (Suthers, 2002). Neste aspecto, o *Dublin Core* segue o nosso propósito, porque apresenta poucas limitações de adaptação ao perfil de aplicação de bibliotecas.

Quando os elementos do DCMES não são suficientes para descrever a complexidade de um recurso, surgem os qualificadores de refinamento de elemento e outros elementos entretanto recomendados pela *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI). Complementarmente a estes, podem ser utilizados outros elementos oriundos de outros esquemas de metadados (Brase, 2003).

A sofisticação dos Recursos de Aprendizagem - pressionada pela exigência de formação de qualidade, pelos resultados esperados, por novas correntes pedagógicas e ditada pela evolução da tecnologia - levou à carência de descritores mais específicos e em maior quantidade para a área da eAprendizagem (Brase, 2003).

O *Dublin Core*, acrescido de pequenas adaptações determinadas pela necessidade, pode adequar-se a especificidades institucionais (Souza, 2000). Como consequência, para descrever os novos recursos de aprendizagem, surgem extensões do DC (Brase, 2003).

Um grupo de trabalho do *Dublin Core* iniciou, em Agosto de 1999, uma investigação para criar extensões ao conjunto de metadados estabelecidos, para contemplar recursos pedagógicos (Dublin Core, 2005). A importância deste evento residiu no facto de os resultados contribuírem para metadados específicos de recursos de aprendizagem LOM.

O padrão *Learning Objects Metadata* (LOM) é um conjunto de metadados específicos para objectos de aprendizagem, criado pelo *Learning Technology Standards Committee*, do IEEE. O LOM é uma extensão do *Dublin Core* e foi criado a partir de 1998. Iremos analisar, na secção seguinte, este padrão de metadados.

## **5.4 - IEEE Learning Object Metadata (IEEE LOM)**

O *Learning Object Metadata* (LOM) *Schema* é uma das mais promissoras abordagens de metadados para descrever recursos de aprendizagem e por isso tem recebido grande atenção das comunidades académicas e das organizações empresariais (Shen, 2002). Metadados específicos para recursos de aprendizagem são importantes, não só para a sua descoberta e reutilização (Robson, 2000), mas também para a interoperabilidade.

A norma LOM, conhecida por **IEEE LOM**, é um conjunto de metadados específicos para objectos de aprendizagem, criada pelo *Learning Technology Standards Committee* (LTSC), do IEEE. O IEEE LTSC é um órgão cuja missão é desenvolver e acreditar normas para as tecnologias educacionais, fazer recomendações e guias, de modo a facilitar a interoperabilidade entre sistemas educacionais e objectos de aprendizagem (LTSC, 2002).

O LOM *Schema* descreve completamente os atributos dos recursos de aprendizagem, assim como se mantém suficientemente genérico (Shen, 2002).

Esta norma especifica um esquema conceptual de dados que define a estrutura de uma **instância de metadados**<sup>10</sup> para objectos de aprendizagem.

Uma instância de metadados para objectos de aprendizagem descreve características relevantes desse objecto de aprendizagem (LTSC, 2002). O IEEE LOM descreve características educacionais, legais e técnicas.

A norma LOM é um meio para fornecer um modelo semântico para descrever propriedades dos objectos de aprendizagem em si, detalhando as formas em que estes objectos podem ser usados para apoiar a aprendizagem (Suthers, 2002).

Os metadados LOM foram criados com o intuito de facilitar a pesquisa, avaliação, aquisição e utilização de objectos de aprendizagem, a alunos, instrutores ou a processos de *software* automáticos (LTSC, 2002). Com a descrição consistente de recursos de aprendizagem usando normas de metadados, a pesquisa pode ser realizada com maior precisão e eficiência (Shen, 2002). Facilitar a partilha e troca destes recursos foi outra meta a atingir, permitindo o desenvolvimento de catálogos e inventários, tomando em linha de conta a diversidade de contextos culturais e linguísticos em que os objectos de aprendizagem e os seus metadados são reutilizados (LTSC, 2002).

A descrição uniforme e informativa do LOM *Schema*, facilita não só a partilha de recursos de aprendizagem como o desenvolvimento de muitos sistemas de aprendizagem de grande utilidade (Shen, 2002).

O LOM é uma extensão do *Dublin Core* e foi criado a partir de 1998 (Brase, 2003). O LOM *Schema* contém todas as categorias do *Dublin Core* e estende-o para um conjunto mínimo de atributos que pode, adequadamente, descrever um recurso de aprendizagem (Shen, 2002).

O LOM foi construído a partir de esquemas de metadados de recursos de aprendizagem existentes na altura (Shen, 2002). A última versão do IEEE LOM, versão 1484.12, teve origem nos

---

<sup>10</sup> Instância de Metadados é uma ocorrência específica de Metadados de um recurso de informação (Woodley, 2003).

projectos ARIADNE<sup>11</sup>, IMS, GESTALT<sup>12</sup> e AICC. Foi construída, também, a partir do trabalho feito pelo grupo do *Dublin Core* (LTSC, 2002). Todas estas entidades acordaram entre si o uso do IEEE LOM como veículo para a normalização da descrição de conteúdos (Robson, 2000).

Cada objecto de aprendizagem pode ser descrito usando um conjunto de 70 atributos (elementos de dados) agrupados em nove categorias. As categorias são apresentadas na **Tabela 1** e constituem a estrutura básica.

**Tabela 1: Categorias do IEEE LOM**

Categorias do IEEE LOM		
Número	Nome	Descrição
1.	General	Agrupar a informação geral que descreve o OA como um todo.
2.	Life Cycle	Descreve o historial, o estado e as entidades que afectaram o OA durante a sua evolução.
3.	Meta-MetaData	Descreve o registo de metadados utilizados (Identificação, Criador e como, quando e com que referências)
4.	Technical	Descreve os requisitos técnicos e as características do OA.
5.	Educational	Descreve questões educacionais ou características pedagógicas do OA.
6.	Rights	Descreve os direitos de propriedade e condições de utilização do OA.
7.	Relation	Define relações com outros OA.
8.	Annotation	Descreve comentários da utilização educacional do OA e quando e quem comentou.
9.	Classification	Descreve onde o OA se insere num sistema de classificação.

As categorias agrupam elementos de dados. O modelo de dados LOM é uma hierarquia de elementos de dados, incluindo elementos de dados agregados (nós) e elementos de dados simples (folhas na hierarquia). Apenas os elementos de dados simples assumem valores cujos limites são definidos pela norma (LTSC, 2002). Matematicamente, esta estrutura é uma árvore em que o objecto a ser descrito está na raiz e cada folha contém um atributo.

Dentro do esquema LOM, a ordem das categorias e, dentro das categorias, a ordem dos elementos de dados são arbitrárias. A ordem proposta é informativa.

<sup>11</sup> ARIADNE - *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe* - começou em 1996 e actua no desenvolvimento de ferramentas e protocolos que apoiam a produção, armazenamento, disponibilização e reutilização de componentes curriculares usados na formação educacional (Robson, 2000). Disponível em: <http://www.ariadne.ac.uk/>

<sup>12</sup> O GESTALT – *Getting Educational Systems Talking Across Leading Edge Technologies* - é um projecto da Europa Comunitária envolvendo parceiros académicos e corporativos. O Projecto contempla metadados e arquitecturas para tecnologias de aprendizagem. Disponível em: <http://www.fdggroup.co.uk/gestalt/about.htm>

O LOM especifica três *items* (Robson, 2000):

- 1 – Um conjunto de metadados e os seus significados (Semântica).
- 2 - Relações entre os elementos (Estrutura).
- 3 - O tipo e o tamanho dos dados definidos pela norma em cada ramo (Tipo de dados).

No **Anexo VII**, estão listados todos os elementos de dados (atributos) contidos em cada categoria. O esquema de numeração dos elementos de dados representa a hierarquia de agregação dos elementos de dados e os seus componentes. Ex.:

7.2.1.1:Relation.Resource.Identifier.Catalog (LTSC, 2002).

Obviamente, não é necessário utilizá-los todos para o mesmo recurso (Brase, 2003). Em termos de normalização, os requisitos gerais e características de recursos e processos de aprendizagem não podem restringir qualquer visão pedagógica particular (Hummel, 2004). Para cada utilização prática, deverão ser seleccionados os que melhor descrevam o recurso produzido ou adaptado (Brase, 2003). As normas para a aprendizagem oferecem uma linguagem comum para partilhar ideias sem restringirem a personalização. As partes interessadas poderão usar a norma para explorar a sua flexibilidade na implementação e adaptação aos seus próprios ambientes (Hummel, 2004).

Todos os elementos de dados são opcionais. Tal significa que uma instância em conformidade<sup>13</sup> LOM pode incluir valores para quaisquer elementos de dados definidos na norma. No entanto, a existência das relações de agregação entre elementos implica preservar essa relação nos atributos seleccionados (LTSC, 2002).

Embora todos os elementos sejam opcionais, a expressão completa suporta três níveis de descrição:

1 – O primeiro, e talvez o mais familiar, é aquele de um objecto semelhante a um registo bibliográfico, codificado numa norma de baixa granularidade, designada para ficheiros de computador, como o *Dublin Core* (DC). A maior parte destes elementos é classificada numa categoria **Geral** que lista o título, autor, identificador único e a língua do recurso, bem como as palavras-chave indicativas do tema. Um registo bibliográfico mínimo poderia ser completado adicionando os elementos **“Relation”** e **“Rights”** e melhorar com o elemento **“Classification”**, que indexaria o recurso com o vocabulário controlado de um esquema de classificação de temas normalizado.

2 – A maior parte dos restantes elementos representam inovações LOM que descrevem o contexto potencialmente complexo, social e técnico do objecto de aprendizagem. O elemento **“LifeCycle”** captura o facto de objectos de aprendizagem poderem ter uma revisão periódica para

---

<sup>13</sup> Instância de metadados em conformidade LOM pode conter elementos de dados extendidos. Instância de metadados em conformidade estrita LOM apenas pode conter elementos de dados LOM.

a qual muitas partes tenham contribuído. O elemento **“Technical”** lista os requisitos de *software* e o *hardware* para aceder ao objecto de aprendizagem. Os elementos **“Educational”** e **“Annotation”** descrevem detalhes críticos da experiência de aprendizagem criada pelo objecto de aprendizagem. Por exemplo: quem é a audiência planeada? Que interacção é requerida? Por quanto tempo? Qual o grau de dificuldade? De que modo os instrutores a têm usado?

3 – Finalmente, o elemento **“Meta-Metadata”** reconhece o facto de que o registo descritivo para um objecto de aprendizagem é também uma peça de propriedade intelectual, que deve ser mantida separadamente, porque uma descrição tem o seu próprio autor, língua, e vocabulário controlado (Godby, 2004).

A norma especifica um esquema base que pode ser estendido<sup>14</sup>, ditado pela prática. No entanto, essas extensões deverão reter os valores<sup>15</sup> assumidos pelos elementos de dados do esquema base e não deverão definir valores para elementos de dados agregados do esquema. De forma a maximizar a interoperabilidade semântica, os elementos de dados estendidos não deverão substituir elementos de dados do esquema LOM (LTSC, 2002).

Embora o LOM inclua uma categoria educacional - a categoria 5 -, nenhuma informação é incluída na norma para especificar quais os papéis instrucionais que um objecto de aprendizagem pode desempenhar num curso. O LOM concentra-se no que será ensinado e quando, e não no como ensinar. Esta dificuldade é causada pelo facto de que o LOM atribui propriedades específicas apenas a um nível muito básico de abstracção. O LOM especifica anotações para conteúdos e actividades, mas não suporta metadados sobre modelos instrucionais e teorias, embora os autores estejam implícita ou explicitamente a usar teorias instrucionais específicas. Esta norma não diz como ensinar, mas poderá fornecer informação sobre como especificar aspectos pedagógicos de objectos de aprendizagem. Uma *framework* - *Basic Instructional Framework* - **Tabela 2** - é proposta por Allert para acrescentar uma dimensão pedagógica à estrutura LOM.

É uma estrutura de 4 camadas de abstracção. A primeira, mais básica, é preenchida pelos tipos de dados, dos metadados associados aos conteúdos, das categorias do LOM e é a única camada a que a estrutura actual acede. A segunda, a um nível superior, considera os modelos pedagógicos aceites na comunidade académica: modelos instrucionais, teorias da aprendizagem e da comunicação e conjuntos de estratégias. São modelos frequentemente estruturados e processos de aprendizagem organizados em diversas fases. Na terceira, surgem os tipos de aprendizagem: *Problem Based Learning* – PBL (Aprendizagem Baseada num Problema), *Case Based Learning* – CBL

---

<sup>14</sup> Elemento de dados estendido é um elemento de uma estrutura de dados que é definido fora da norma e é permitido dentro de uma instância da estrutura de dados.

<sup>15</sup> Limites de valores e tipo de dados.

(Aprendizagem Baseada num Caso), etc.. E, por último, na camada de nível mais alto, apresenta-se a grande orientação respeitante à epistemologia (Allert, 2002).

**Tabela 2: *Basic Instrutinal Framework*.**

Camadas de Abstracção	Atributos	Tipos de Dados
4ª Orientação	Teoria do Conhecimento	Linhas gerais
3ª Princípios	Tipos de Aprendizagem	Baseada em problemas, casos, etc..
2ª Modelos Instrucionais	Estratégias de Aprendizagem	Modelos pedagógicos
1ª Conteúdos	LOM	Qualquer tipo LOM

O esquema conceptual comum de dados LOM assegura que as ligações de metadados de objectos de aprendizagem tenham um alto grau de interoperabilidade semântica. Como resultado, as transformações entre ligações serão simplificadas.

De qualquer forma, para manter a interoperabilidade, os utilizadores desta norma deverão mapear, com cuidado, as suas próprias informações de metadados com as desta norma (LTSC, 2002). No **Anexo IX**, como exemplo, mostra-se o mapeamento do LOM com os metadados do *Dublin Core*.

Os metadados por si só têm limites para a interoperabilidade de conteúdos. Para a gestão de conteúdos, interplataformas, necessitamos de outras tecnologias complementares que com eles interagem.

Para facilitar a interoperabilidade, o LOM permite implementações de metadados em notações ou representações particulares como o XML<sup>16</sup>. Neste contexto, têm surgido, em grande escala, os chamados “*Bindings*” em XML, que especificam a forma de embeber os metadados e garantem, com resultados comprovados, altos padrões de interoperabilidade (Suthers, 2002). Um “*Binding*” do LOM é uma estrutura de dados concreta que segue as especificações LOM (Robson, 2000). A descrição de metadados em XML naturalmente leva à visão orientada a documentos dos metadados para um recurso. A maior parte das especificações de tecnologias de aprendizagem para metadados define metadados usando instâncias de documentos em XML. É o caso do LOM e IMS. O LOM tem, também, um “*Binding*” para o RDF<sup>17</sup> (Nilsson, 2002).

Em muitas situações, os metadados encontram-se separados do recurso catalogado, mas, na maioria dos casos, eles são embutidos no próprio documento descrito (HTML, XML e outros) (Souza, 2000).

Nesta perspectiva, têm um papel preponderante as linguagens de marcação (*Markup Languages*): SGML, HTML, XHTML e XML. Seguidamente, iremos analisar essas tecnologias.

<sup>16</sup> *eXtensible Markup Language* – Linguagem de Marcação; faz uso de marcas para qualificar componentes dos conteúdos dos documentos.

<sup>17</sup> *Resource Description Framework* – Recomendação do *World Wide Web Consortium* para a descrição semântica de recursos.

## 5.5 – Markup Languages

“Estas linguagens identificam, de forma descritiva, cada entidade presente nos documentos, como, por exemplo, parágrafos, títulos, tabelas ou gráficos. A partir destas descrições, os programas informáticos podem processar melhor a informação contida nos documentos electrónicos” (Bryan, 1997).

As linguagens de marcação fazem uso de etiquetas (marcas) para qualificar componentes dos conteúdos dos documentos. Por um lado, as etiquetas facilitam a exploração das linguagens e, por outro, indicam a função da informação no documento. Desta forma, cada unidade de informação é tratada como uma entidade à qual se pode atribuir características específicas (atributos), possibilitando uma maior estruturação e exploração do conteúdo. Nesta exploração, tem um grande significado a pesquisa e o acesso a conteúdos-alvo.

O *Standard Generalized Markup Language* (SGML), Padrão ISO, procura conciliar diversos formatos em que a informação é representada, desde os anos 80. Deu origem ao HTML e XML.

O *HiperText Markup Language* (HTML) foi criado em 1990, a partir do SGML, por Tim Berners-Lee. A partir daí, teve vários desenvolvimentos com contribuições de Dave Ragget, 1993, e de Dan Connolly e Karen Muldrow, 1995 (Carvalho, 2004).

Para serem armazenados e recuperados, os conteúdos “devem suportar formatos de integração básica, como o XML...” (Ellis, 2001). O *eXtensible Markup Language* (XML) (w3, 1999), é uma *Markup Language* desenvolvida, em 1996, a partir do melhor que o SGML contém e com a filosofia do HTML; é mais regular e mais simples de usar do que o SGML. Passou a ser uma recomendação W3C<sup>18</sup>, desde Fevereiro de 1998.

O XML é vocacionado para estruturar dados. É composto por um conjunto de normas para construir formatos de texto, é extensível e independente da plataforma. O formato de texto permite ver a informação, sem o programa que a produziu.

Como o HTML, o XML faz uso de etiquetas (*tags*) e de atributos. Usa as *tags* para delimitar partes dos dados e deixa a interpretação da informação, completamente, à aplicação que a lê. Como o HTML, os ficheiros de XML são ficheiros de texto; não há necessidade de os ler, embora isso seja possível quando necessário.

Os ficheiros XML, comparativamente, são quase sempre maiores do que aqueles em formato binário, mas ocupam menos espaço de disco, porque aceitam, muito bem e rapidamente, compressões. Protocolos de comunicação, como protocolos dos Modems e de http, protocolos da

---

<sup>18</sup>World Wide Web Consortium é um consórcio industrial internacional, fundado em Outubro de 1994, para conduzir a WWW à sua potencialidade máxima, pelo desenvolvimento de protocolos comuns que promovam a sua evolução e assegurem a sua interoperabilidade (Woodley, 2003).

*Web*, podem comprimir dados rapidamente, poupando largura de banda, de forma tão eficaz como em formato binário.

O XML está associado a uma família de tecnologias:

- *XLink* descreve um padrão para adicionar *hyperlinks* a um ficheiro XML.
- *XPoint* é uma sintaxe para o desenvolvimento de apontadores para partes de um documento XML.
- *CSS*, uma *style sheet language*, é aplicável ao XML como o é para o HTML.
- *XSL* é uma linguagem avançada para expressar *style sheets*.
- *DOM* é um padrão *set of function calls* para manipular ficheiros XML ou HTML de uma linguagem de programação.
- *XML Schemas* ajuda à definição de estruturas específicas de formatos baseados em XML.

O XML permite definir o formato de um novo documento por combinação e reutilização de outros formatos; favorece a modularidade. Dois formatos desenvolvidos independentemente podem ter elementos ou atributos com o mesmo nome; no entanto, algum cuidado deve ser tomado quando eles se combinam.

O XML permite desenhar, armazenar e apresentar documentos. É um formato para:

- Transporte de Informação entre aplicações;
- Transporte de Informação na *Web*;
- Vários tipos de aplicações diferentes: MathML, MATML, CML, GML.

Apresenta ainda outras funcionalidades:

- *Human readable* - processável por browsers normalizados (IE , *Netscape* ).
- *Machine readable* - processamento automatizado de documentos integrado nos *browsers* e outras ferramentas *Web*.
- *Document-ready* - utilizado em manuais e outros documentos de texto (Baptista, 2002).

O XML “é uma meta-linguagem e pode ser validada: uma aplicação XML especifica as regras que os seus dados têm de cumprir. Estas regras podem ser reutilizadas noutros documentos” (Baptista, 2002).

O XML é uma das formas de expressar o *Resource Description Framework* (RDF) e a Web Semântica. “O RDF é uma recomendação do *World Wide Web Consortium* (W3C) para a descrição semântica de recursos” (Lassila e Swick, 1999), citado por (Baptista, 1999). Foi desenvolvido para descrever recursos referenciados por URIs, no contexto da WWW (Brase, 2003). O RDF apoia a descrição de recursos e aplicações de metadados e favorece a interoperabilidade entre aplicações. A



serialização em XML é uma das mais utilizadas, devido, não só ao facto de promover essa interoperabilidade, mas também ao facto de o XML ser cada vez mais utilizado para “transportar” informação” (Baptista, 1999).

Um corpo de metadados, desde que tenha recursos para tal, tanto pode usar o XML, como o RDF ou o HTML para codificação dos seus Elementos Básicos em instâncias particulares de metadados (Nilsson, 2002).

Os computadores necessitam destes mecanismos para concordar com o significado dos termos, de forma a poderem comunicar e interoperar.

Deste modo, e num primeiro nível, descrições formais de termos, como ontologias, são componentes necessárias na *Web Semântica* e fundamentais para a interoperabilidade de conteúdos, no contexto da aprendizagem electrónica, em qualquer área do conhecimento. Num segundo nível, não menos importante, os metadados e as linguagens de marcação desempenham um papel preponderante para a interoperabilidade, neste contexto. No entanto, esta interoperabilidade pode ficar comprometida, se não existir compatibilidade, também, das plataformas de armazenamento ou de disponibilização. No capítulo seguinte, são apresentadas as normas mais utilizadas para a interoperabilidade, independentemente das plataformas, desde que estas utilizem essas normas.

## 6 – Normas de Compatibilidade

### 6.1 – Considerações Gerais

Considera-se, nesta dissertação, que a disponibilização dos conteúdos será realizada via *Web*, através de uma plataforma, à distância ou localmente, com a presença ou não de um Tutor. Pretendemos que seja independente da plataforma e isso só será possível se na sua organização contemplarmos normas técnicas de compatibilidade: AICC, IMS ou SCORM (Ellis, 2001). Todas estas normas são normas “abertas”<sup>19</sup>. É importante as instituições utilizarem normas abertas para que os produtos gozem de compatibilidade plena e, dessa forma, possam ser usados, e reutilizados, em ambientes diferentes. Normas abertas e acreditadas, largamente adoptadas, são um requisito necessário para revolucionar as mudanças a ocorrer na educação (Hummel, 2004). Nas secções seguintes irão ser apresentadas, de forma resumida, as normas e especificações mais estáveis e mais utilizadas pela comunidade educativa, bem como os seus aspectos mais importantes.

### 6.2 - *Aviation Industry CBT Committee (AICC)*

A organização "*Aviation Industry CBT<sup>20</sup> Committee*" (AICC) dedica-se ao desenvolvimento, distribuição e avaliação de formação, por meios electrónicos, para a indústria da aviação. Paralelamente, desenvolve e disponibiliza tecnologias de aprendizagem, para promover a interoperabilidade entre conteúdos e sistemas, por todo o mundo.

É constituída por especialistas na área da formação à distância, que apoiam as empresas aéreas nas suas necessidades formativas. No entanto, o seu grande objectivo é o desenvolvimento de recomendações com o intuito de atingir a interoperabilidade entre as tecnologias educacionais.

Um dos trabalhos mais importantes é a especificação "*Computer-Managed Instruction*" (CMI) que define, não só um processo de transferência de conteúdos de aprendizagem entre sistemas de gestão e ambientes de apoio a aulas interactivas, mas também um formato para estruturação dos cursos, de tal forma que possam ser interoperáveis entre sistemas de gestão de aprendizagem (LMS) diferentes (AICC, 2001). No **Anexo VIII** pode ser visto um resumo deste formato. Nele foi baseado o modelo de conteúdos das especificações SCORM, o que lhe dá grande notoriedade.

---

<sup>19</sup> Normas públicas que todos podem utilizar.

<sup>20</sup> *Computer-Based Training* (Formação Baseada em Computador)

### 6.3 - *IMS Global Learning Consortium (IMS GLC)*

O *Instructional Management Systems/Global Learning Consortium (IMS/GLC)* é uma organização internacional, sem fins lucrativos, apoiada pela contribuição de membros e afiliados (mais de 50, de múltiplos sectores da comunidade de *eLearning*), que desenvolve especificações técnicas abertas para suportar o *eLearning* distribuído, tendo em vista a interoperabilidade de conteúdos e sistemas (IMS, 2004).

Estas especificações são muito usadas por Ferramentas de Autor, LMS, LCMS, CMS e Ferramentas de Avaliação.

O IMS iniciou a actividade em 1997 e promove, por todo o mundo, a adopção e utilização livre de tecnologias de aprendizagem interoperáveis que permitam a distribuição de conteúdos de aprendizagem.

O projecto IMS apoia a implementação das especificações, bem como o estudo e a análise da incorporação de novos elementos, segundo propostas dos colaboradores que pretendem satisfazer requisitos impostos pelo mundo real para a interoperabilidade e reutilização.

Estas especificações são acessíveis para qualquer um, gratuitamente, a partir do endereço [www.imsglobal.org](http://www.imsglobal.org) e não carecem de taxa de licenciamento para a sua implementação (IMS, 2003).

As especificações IMS vão sendo desdobradas em várias funcionalidades, conforme vão surgindo novas necessidades, tais como:

- *IMS Content Packaging* – A especificação *IMS Content Packaging* fornece a funcionalidade para descrever e acondicionar materiais de aprendizagem, seja uma disciplina ou curso individual, seja uma colecção de disciplinas, segundo uma estrutura de dados definida. Esta estrutura favorece a interoperabilidade dos conteúdos entre sistemas de gestão de aprendizagem.

- *IMS Metadata* – O objectivo dos metadados IMS é criar um conjunto normalizado de descritores para recursos educacionais e, por extensão, para recursos científicos, para mais facilmente eles serem encontrados. Estes descritores devem ser compreendidos tanto pelos utilizadores como pelas máquinas.

- *IMS Learner Profiles* – Esta especificação permite organizar, nos sistemas de aprendizagem, os conteúdos em função das necessidades (do perfil) do aluno.

- *IMS Question Test & Interoperability* – A especificação *IMS Question & Test Interoperability* (QTI) descreve uma estrutura básica para a representação de dados de questões (*item*) e testes (avaliação) e os seus correspondentes relatórios de resultados, com vista à interoperabilidade entre sistemas.

- *IMS Simple Sequencing* – A especificação *IMS Simple Sequencing* define um método para representar o funcionamento de uma experiência de aprendizagem criada, de tal modo que qualquer

sistema tecnológico de aprendizagem possa sequenciar actividades de aprendizagem discretas de uma maneira coerente.

O projecto IMS aliou-se a outras iniciativas, como a ADL, ARIADNE, IEEE LOM, AICC, *Dublin Core* e W3C, para melhorar, estender, substituir e acreditar as actuais normas ou especificações.

Por exemplo, como fruto destes alinhamentos, a especificação dos metadados IMS - *IMS Learning Resource Meta-data* - foi substituída pela norma *IEEE Standard for Learning Object Metadata* (LOM) e o *IMS Learning Resource Meta-data Best Practices and Information Guide 1.2.1* é substituído por *IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata, Version 1.3 Public Draft* (IMS, 2004).

Vimos já, por sua vez, que o IEEE LOM se tinha baseado nos projectos ARIADNE e *Dublin Core*. De salientar, também, que a iniciativa ARIADNE incorporou os principais aspectos do *Dublin Core*, definindo extensões que são específicas para materiais educacionais e de formação.

As especificações do projecto IMS também foram extendidas a partir do modelo AICC, assegurando alguma credibilidade na integração de sistemas de gestão de aprendizagem que funcionem sob as duas tecnologias.

As especificações IMS cobrem uma grande gama de características encontradas nos produtos gerais de *eLearning* e estão a ser adoptadas mundialmente por governos, escolas, universidades, organizações de formação e vendedores de produtos de *eLearning* (IMS, 2004).

## 6.4 – *Educational Modelling Language* (EML)

A *Educational Modelling Language* (EML) é uma especificação da tecnologia da aprendizagem desenvolvida pela *Open University of the Netherlands*. O objectivo é a modulação de unidades de aprendizagem reutilizáveis, interoperáveis, ricas e personalizadas (Koper, 2004a).

Uma **Unidade de Aprendizagem** (UA) é um artefacto que é planeado para que alunos atinjam um ou mais objectivos de aprendizagem inter-relacionados.

Uma UA não pode ser dividida sem perder o seu significado semântico e pragmático nem a sua eficácia para atingir os seus objectivos. As unidades podem ser de qualquer tipo ou medida, disciplinas, programas de estudo, *workshops*, práticas, lições, etc..

A EML é definida como um modelo de informação semanticamente rico, descrevendo o conteúdo e o processo entre UAs, numa perspectiva pedagógica, de forma a apoiar a reutilização e a interoperabilidade. Dito de outra maneira, a EML é uma notação semântica para UAs serem usadas no *eLearning*. É feito com a *Unified Modelling Language* (UML) e embebida num esquema XML.

O EML foi a base para o *IMS Learning Design Specification*, uma especificação do IMS para o *design* da aprendizagem<sup>21</sup> (Koper, 2004a); a especificação é conhecida como EML/IMSLD (Koper, 2004b).

Eis algumas características do EML (Koper, 2004a):

1. O processamento (edição, armazenamento, composição e entrega) de uma UA é automático;
2. Usa uma notação interoperável;
3. Modela todos os recursos presentes numa UA, inclusivamente o serviço de comunicação;
4. Permite a interoperabilidade entre sistemas de aprendizagem compatíveis para produção, alteração, preservação, distribuição e armazenamento;
5. Permite o empacotamento de uma UA num ficheiro para facilitar o transporte;
6. Permite o desempacotamento da UA e a edição dos componentes;
7. Possui metadados descritores para procura, referência e composição. Os metadados foram adoptados do IEEE LOM (Koper, 2004b);
8. É construída sob as especificações IMS e SCORM.

Na **Figura 1** está representada a estrutura básica do EML.

O manual de referência que fornece uma descrição completa de todos os elementos e atributos dentro do EML pode ser encontrado em <http://eml.ou.nl> (Koper, 2004a).

---

<sup>21</sup> Disponível em <http://www.imsproject.org>

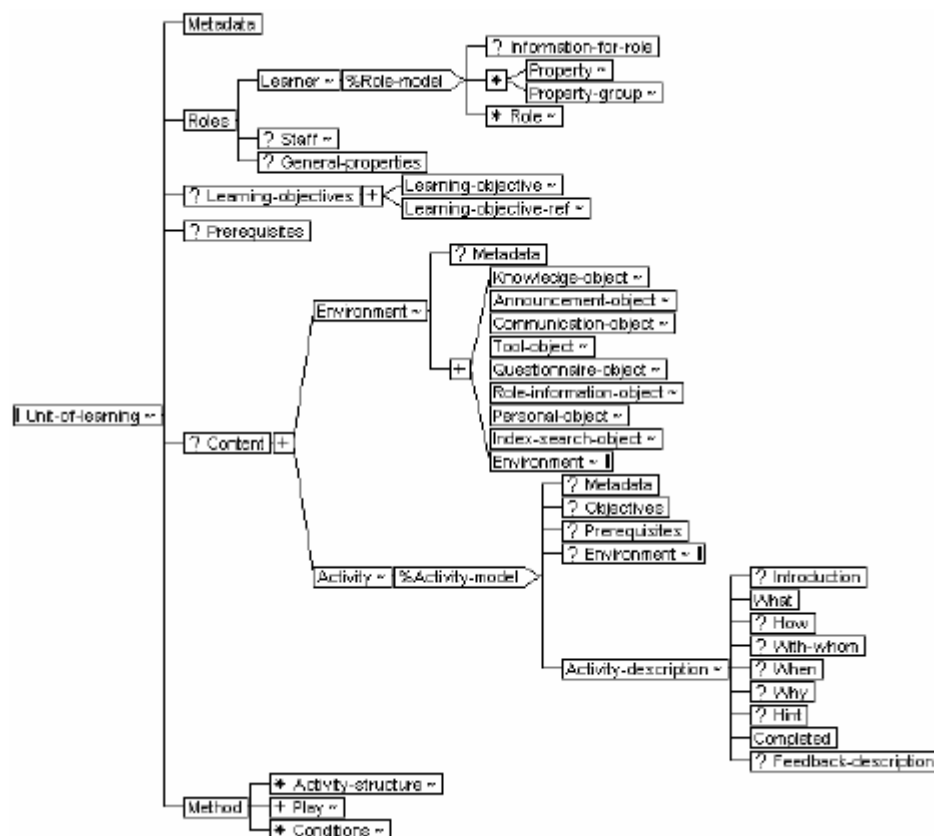


Fig. 1: Estrutura básica do EML (retirado de Koper, 2004a).

## 6.5 - Sharable Content Object Reference Model (SCORM)

O *Sharable Content Object Reference Model*, (SCORM<sup>22</sup>), é uma coleção de especificações e normas adaptadas de múltiplas fontes, que fornecem um conjunto de funcionalidades integradas; esse conjunto permite a interoperabilidade, a acessibilidade e a reutilização de conteúdos de aprendizagem baseados na *Web*. Essas especificações permitem aos sistemas LMS encontrar, importar, partilhar, utilizar, exportar e reutilizar conteúdos de aprendizagem de uma forma normalizada (ADL, 2004). Estas funcionalidades são extensíveis aos CMS e LCMS, pelo que, para simplificação, referiremos apenas LMS.

O SCORM é o resultado da cooperação entre o Governo dos Estados Unidos, a Academia e a indústria e consolidou os trabalhos do AICC, IMS, ARIADNE e LTSC do IEEE (Rustici, 2004). O SCORM integra o desenvolvimento de tecnologias de tais grupos.

Este conjunto de normas e especificações começa a ser muito usado por autores de conteúdos, em Ferramentas de Autor, para que os conteúdos tenham a possibilidade de serem

<sup>22</sup> Acrónimo que significa Modelo de Referência para Objectos de Conteúdos Partilháveis.

partilhados por LMS diferentes, desde que tenham adoptado as normas. Os conteúdos são, assim, construídos, armazenados e distribuídos independentemente das plataformas, permitindo o desenvolvimento de bibliotecas digitais. Esta estratégia orienta o desenvolvimento dos conteúdos para a normalização dos objectos de aprendizagem, facilitando a classificação e “empacotamento” desses objectos.

Por estas razões, consideramos o conjunto das especificações SCORM uma ferramenta fulcral no nosso trabalho, e, por isso, iremos fazer um estudo mais alongado desta tecnologia de apoio aos sistemas de aprendizagem.

Antes de 1999, muitas organizações já trabalhavam em projectos de normas ou especificações abrangendo vários aspectos de sistemas *eLearning* baseados na *Web*.

Criado pela iniciativa “*Advanced Distributed Learning*” (ADL), surgiu, no início de 1999, a primeira versão, em rascunho, da Norma SCORM, como forma de integrar grande parte das normas emergentes desenvolvidas pelas outras organizações.

Em fins de 1999, começaram a ser feitos os primeiros testes com *software* para verificar a conformidade com o SCORM.

Em Janeiro de 2000, veio a público a primeira versão do SCORM. Em 2001, saiu a versão 1.1 do SCORM, com algumas correcções e melhoramentos. Antes de Janeiro de 2004, ainda foi lançada a versão 1.2, mas naquela data surge a versão SCORM 2004. Com esta versão, a especificação SCORM foi considerada estável.

Acompanhando a constante evolução da *Internet*, as especificações SCORM continuam a implementar melhorias e novas funcionalidades. A *Web* é o principal meio utilizado pela Norma SCORM para distribuir os conteúdos *eLearning*, tornando fácil a utilização dos conteúdos por diversas instituições ou indivíduos (ALTRC, 2004).

O SCORM é uma colecção de normas que individualmente são vistas como “livros”, formando uma biblioteca. O SCORM é descrito por um conjunto de 4 livros cuja constituição é mostrada na **Figura 2**.

O livro 1, *SCORM Overview*, faz uma descrição geral do funcionamento do SCORM e das suas partes constituintes.

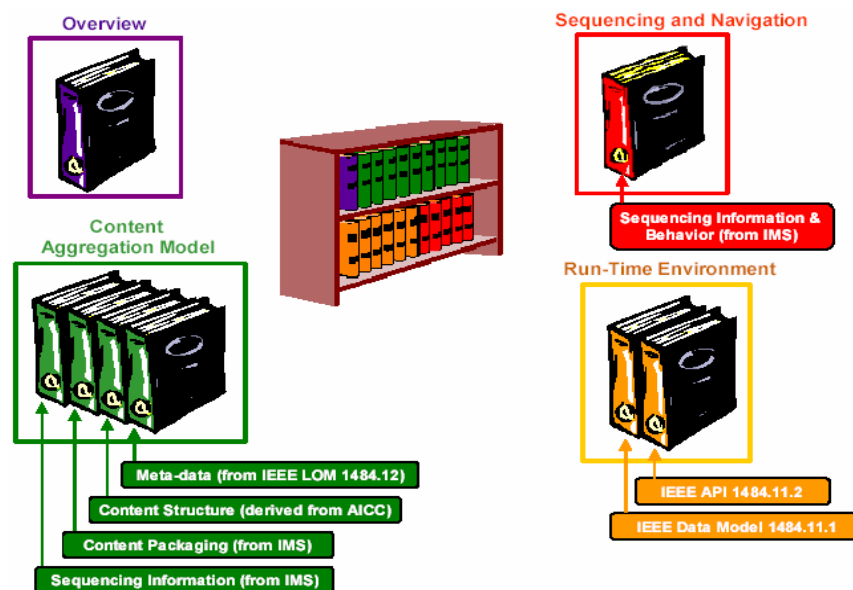


Fig. 2: Constituição da Biblioteca SCORM (retirado de ADL, 2004).

O livro 2, *SCORM Content Aggregation Model* (SCORM CAM), refere o Modelo de Agregação de Conteúdos que define:

- Os componentes (recursos de aprendizagem) utilizados numa experiência de aprendizagem, considerados no Modelo de Conteúdos SCORM (*SCORM Content Model*);
- Uma forma de os descrever para facilitar a procura e descoberta, através de metadados, *SCORM Meta-Data*;
- O modo de os “acondicionar” para os partilhar entre sistemas de aprendizagem, contemplado no Empacotamento de Conteúdos SCORM (*SCORM Content Packaging*);
- A sequência de informação dos componentes, *Sequencing* (ADL, 2004).

O 3º, *SCORM Run-Time Environment* (SCORM RTE), fornece um meio para a interoperabilidade entre SCOs e LMSs. O SCORM RTE cria as condições para que os conteúdos de aprendizagem sejam interoperáveis entre múltiplos LMSs, independentemente das ferramentas usadas para os criar.

Finalmente, o 4º, *SCORM Sequencing and Navigation* (SCORM SN), introduzido na versão de 2004, considera um método para representar o funcionamento planeado de uma experiência de aprendizagem criada, de tal forma que qualquer LMS compatível ordenará as actividades de aprendizagem discretas de uma maneira coerente (ADL, 2004).



### 6.5.1. SCORM Content Aggregation Model (SCORM CAM)

O SCORM CAM promove o armazenamento, a rotulagem, o acondicionamento, a partilha e a descoberta de conteúdos de aprendizagem de forma consistente. Para isso descreve obrigações e requisitos para construir conteúdos e organizações de conteúdos (disciplinas, lições, módulos, etc). Contém informação sobre como criar “pacotes” de conteúdos, como aplicar metadados aos seus componentes e como associar detalhes de sequenciação e navegação aos conteúdos “empacotados” (ADL, 2004).

O SCORM CAM representa um meio, independente da **Taxonomia de Aprendizagem**<sup>23</sup>, para *designers* e educadores agregarem recursos com o propósito de disponibilizarem uma desejada experiência de aprendizagem. A experiência de aprendizagem consiste em actividades que são apoiadas por recursos electrónicos ou não electrónicos.

Uma actividade num processo de criação ou disponibilização de experiências de aprendizagem envolve a criação, a descoberta e a reunião de simples activos em recursos de aprendizagem mais complexos e depois na organização de recursos numa sequência pré-definida de disponibilização. O Modelo de Agregação de Conteúdos do SCORM apoia este processo através dos seguintes componentes (ADL, 2004):

- *SCORM Content Model* (Modelo de Conteúdos) que define os conteúdos componentes de uma experiência de aprendizagem;
- *SCORM Meta-data* (Metadados) que é um mecanismo para descrever instâncias específicas de componentes do modelo de conteúdos;
- *SCORM Content Packaging* (Acondicionamento ou Empacotamento de Conteúdos) que define como representar o funcionamento de uma experiência de aprendizagem (Estrutura de Conteúdos – *Content Structure*) e como agregar as actividades de recursos de aprendizagem para o deslocamento entre diferentes ambientes;
- *SCORM Sequencing and Navigation* que é um modelo baseado em normas para definir um conjunto de regras que descrevem a sequência pretendida e ordenação das actividades. As actividades podem ou não referir recursos de aprendizagem a ser disponibilizadas ao aluno.

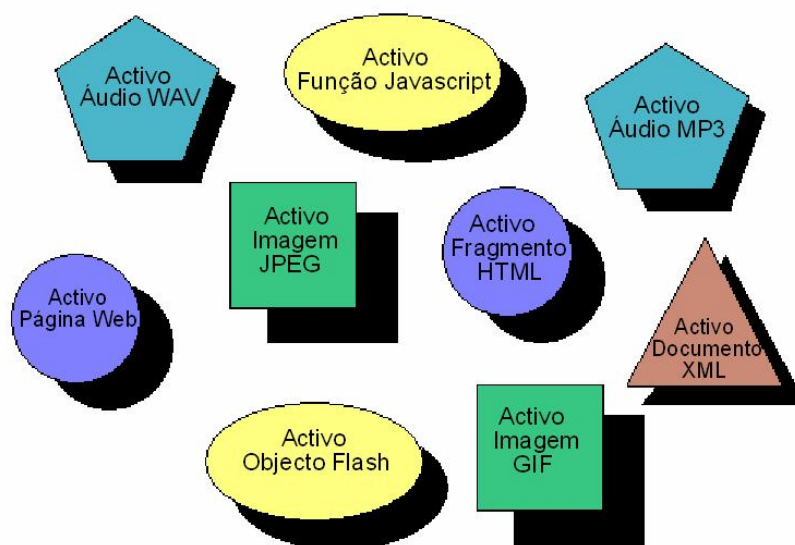
O SCORM CAM, através do seu Modelo de Conteúdos, reconhece como componentes Activos *Media* individuais (*Assets*), Objectos de Conteúdos Partilháveis (*Sharable Content Objects* – SCO) e a Organização de Conteúdos (*Content Organization*) ou Agregação de Conteúdos (*Content Aggregation*) (Qu, 2002) e Actividades (ADL, 2004) que podem fazer parte de uma experiência de

---

<sup>23</sup> Uma taxonomia da aprendizagem é uma estrutura base para o planeamento de actividades lectivas. Ex.: Taxonomia de Bloom.

aprendizagem. Cada um destes componentes individualmente pode ser reutilizado noutra experiência. O CAM define um modelo poderoso para separar conteúdos em unidades de *media* arbitrária para reutilização (Rustici, 2004):

- i - Um **Activo** (*Asset*): é a forma mais básica de recurso de aprendizagem. Os Activos são representações electrónicas de *media*, como texto, imagens, som, objectos de avaliação ou outra qualquer peça de dados que possam ser traduzidos por um cliente *Web* e apresentados a um aluno. Mais do que um Activo podem ser adicionados para criar outros. Em alguns casos, podem ser apresentados como parte de uma experiência de aprendizagem. Na **Figura 3** são representados alguns Activos.



**Fig. 3: Exemplos de Activos SCORM** (adaptado de ADL, 2004).

- ii – Um **SCO**, Objecto de Conteúdo Partilhável (*Sharable Content Object*), é uma colecção de um ou mais Activos SCORM; representa um recurso de aprendizagem singular e apresentável e utiliza o SCORM RTE para comunicar com uma LMS. A única diferença entre um SCO e um Activo é que o SCO comunica com uma LMS (ADL, 2004).

A definição de um SCO é propositadamente vaga; pode ser definida como uma página *Web* singular ou como um enorme e complexo módulo de formação baseado na *Web* e contendo centenas de páginas, centenas de imagens e outros activos. A definição de um SCO é deixada ao critério do autor de conteúdo, sob a orientação de que um SCO representará uma pequena unidade de aprendizagem que um LMS pode localizar. Cada SCO pode ser reutilizado. Para conseguir a reutilização, um SCO não deve estar num contexto sensível, nem deve ter referências nem ligações (*links*) a outros SCOs. Estas

considerações devem ser tomadas em linha de conta aquando da determinação das medidas dos SCOs (Rustici, 2004).

Os SCOs são planeados para serem subjectivamente pequenas unidades, de forma a que a potencial reutilização entre múltiplos contextos de aprendizagem seja realizável. O SCORM não impõe qualquer particular constrangimento na medida exacta de um SCO. Durante o *design* do conteúdo e as actividades de autoria, para determinar a medida do SCO, os autores deverão pensar em dar a menor medida lógica possível para ser localizada por um LMS, na execução. Os requisitos de reutilização para uma organização terão impacto nas decisões sobre a medida dos SCOs. Outros factores que podem ter influência na decisão sobre a medida dos SCOs incluem a quantidade de informação requerida para chegar a um resultado de aprendizagem e o ponto onde uma decisão de ramificação é requerida para uma sequência lógica (Rustici, 2004).

Um SCO deverá seguir os requisitos definidos no SCORM RTE. Isso implica que deve ter um meio para localizar uma LMS (Rustici, 2004).

- iii - A **Organização de Conteúdos** é um mapa que representa a utilização planeada de conteúdos através de unidades de instrução estruturadas (Actividades). O mapa mostra como as Actividades se relacionam umas com as outras. A **Figura 4** mostra um exemplo da Organização (ADL, 2004).

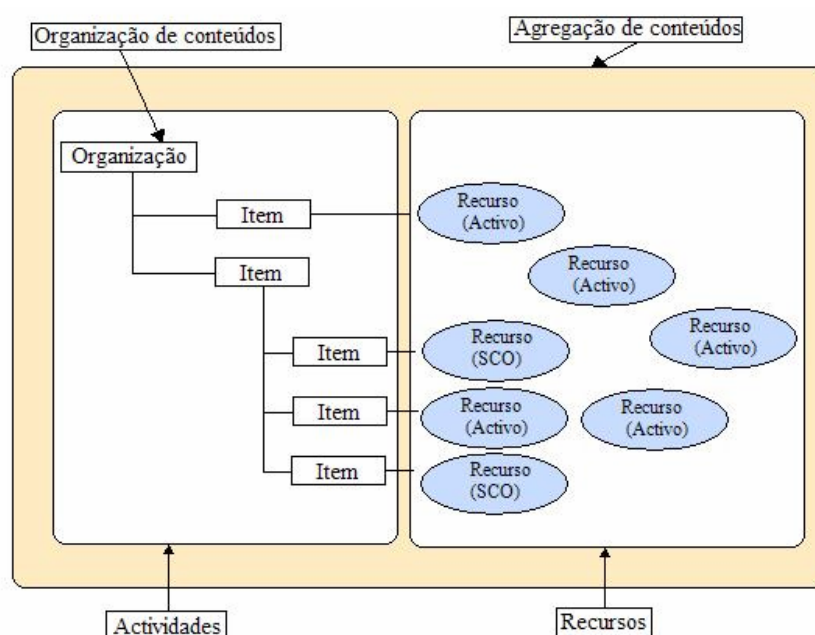


Fig. 4: Um exemplo da Organização de Conteúdos (adaptado de ADL, 2004).

As actividades representadas numa organização de conteúdos podem consistir de outras Actividades (Sub-Actividades) que, por sua vez, podem ser constituídas por outras Actividades. Não há um limite para o número de níveis de Actividades encaixadas. Embora taxonomias de aprendizagem possam ser associadas com os níveis da hierarquia das Actividades (disciplina, capítulo, módulo, etc.), isso não é um requisito.

Actividades que não consistem de outras Actividades (Actividades folha) terão um recurso de aprendizagem associado (um recurso “SCO” ou um recurso “Activo”) que é usado para realizar a actividade.

Actividades que consistem de outras Actividades são também chamadas *Clusters* no SCORM (ADL, 2004).

O Modelo de Conteúdos SCORM descreve os componentes SCORM usados para construir uma experiência de aprendizagem a partir de recursos de aprendizagem. Este Modelo de Conteúdos também define como estes recursos de aprendizagem são agregados em unidades de aprendizagem (ADL, 2004). O modelo descreve, também, quaisquer relações que existam entre os recursos. Estas relações são conhecidas pelo SCORM como Agregações (*Aggregations*). O Modelo de Conteúdos descreve, ainda, a estrutura física do conteúdo (ficheiros necessários, etc.).

A descrição dos componentes é realizada a partir do *SCORM Meta-data*, uma especificação SCORM de Metadados que fornece um mecanismo para descrever os conteúdos utilizando um vocabulário comum e pré-definido (Rustici, 2004).

Os *SCORM Meta-data Profiles* representam um mapeamento e a recomendação da utilização do IEEE LOM para cada Componente do Modelo de Conteúdos SCORM. Em geral, são dados guias para a aplicação de metadados a Activos, SCOs, Actividades, Organização de Conteúdos e Agregação de Conteúdos para os descrever de uma maneira consistente, de tal maneira que possam ser identificados, categorizados, pesquisados e descobertos, dentro e entre sistemas, para facilitar posteriormente a partilha e a reutilização.

Políticas para gerirem a aplicação de metadados aos componentes do Modelo de Agregação de Conteúdos deverão ser definidas dentro das organizações que desejem promover a reutilização baseada em requisitos dessas organizações. O SCORM não procura impor requisitos relacionados ao âmbito dos metadados-etiquetas dos componentes do Modelo de Conteúdos, mas antes procura fornecer guias práticos baseados em normas, para as organizações que desejem promover a reutilização e a partilha.

Metadados para Activos (*Asset Meta-data*) fornecem informação descritiva sobre Activos, independentemente da utilização ou potencial utilização dentro de um curso ou disciplina. São

usados para facilitar a pesquisa, a descoberta e a reutilização em repositórios de conteúdos durante o processo de criação.

Metadados para SCOs (*SCO Meta-data*) fornecem uma informação descritiva sobre o conteúdo do SCO, independentemente de qualquer utilização ou potencial utilização dentro de um curso ou disciplina. Estes metadados são usados para facilitar a pesquisa e descoberta de tal conteúdo, em repositórios de conteúdos, para reutilização.

Metadados para Actividades descrevem Actividades individuais. O propósito é tornar a actividade acessível, facilitando a descoberta em repositórios de conteúdos. Descrevem a Actividade como um todo.

Metadados para a Organização de Conteúdos descrevem a organização de conteúdos, de maneira a facilitar a reutilização. Descrevem a forma como os conteúdos estão relacionados na organização. O propósito é possibilitar a descoberta dentro de repositórios de conteúdos e fornecer informação descritiva sobre a estrutura de conteúdos, como um todo, definida pela Organização de Conteúdos.

Metadados para a Agregação de Conteúdos descrevem a agregação como um todo (o conteúdo do pacote). O propósito é possibilitar a descoberta da Agregação de Conteúdos e fornecer informação descritiva sobre a agregação como um todo.

É no processo de acondicionamento de conteúdos (*Content Packaging*) que se ligam os metadados aos componentes SCORM (ADL, 2004).

Para o empacotamento dos componentes da experiência de aprendizagem, o SCORM CAM especifica o modo como o conteúdo será “embalado” (*Package*) para que possa ser importado por uma LMS. Contém um dicionário de *tags* que são usadas para descrever os conteúdos. Ex: O que é; para quem se destina; requisitos técnicos, etc.. Envolve a criação de ficheiros em XML para que um LMS possa “ler” e “aprender” tudo o que precisa saber sobre o conteúdo (Rustici, 2004). Define o modo como os recursos de aprendizagem podem ser identificados e descritos, como podem ser agregados a um curso ou parte de um curso ou disciplina, e como podem ser movidos entre diferentes LMSs ou repositórios de conteúdos (Qu, 2002).

O CAM estabelece as normas para a composição (agregação) do material didáctico, de acordo com as características do SCORM, com vista à interoperabilidade entre sistemas.

Dentro de cada “pacote”, as normas regulam o Empacotamento de Conteúdos (norma *SCORM Content Packaging*), a estrutura dos Metadados (norma *SCORM Meta-data*), a Estrutura dos Conteúdos (norma *SCORM Content Structure*) e a Informação da Sequência (norma *SCORM Sequencing Information*).

Como foi dito, o SCORM integra tecnologias desenvolvidas por outros grupos, tecnologias essas já testadas pela comunidade de *eLearning*. No que se refere aos Metadados, que são descrições e requisitos para descrever componentes SCORM, foram adoptados da última versão do IEEE LOM; a norma *Content Structure* foi derivada do AICC; as normas *Content Packaging* e *Sequencing Information* usam as especificações IMS (Qu, 2002).

O *SCORM Content Packaging* é um conjunto de requisitos específicos e guias ou perfis de aplicação do *IMS Content Packaging Specification*. O *SCORM Content Packaging* adere estritamente ao *IMS Content Packaging Specification*, mas fornece requisitos explícitos adicionais e guias de implementação para agregar e acondicionar Activos, SCOs e Organização de Conteúdos, com ou sem sequência e navegação (ADL, 2004). Um facto a salientar é que ele usa a mesma estrutura de conteúdos para agregar recursos de aprendizagem numa unidade de aprendizagem coesa (curso, lição ou módulo) (Qu, 2002).

A norma para o Acondicionamento ou Empacotamento de Conteúdos SCORM (*SCORM Content Packaging*) define como representar o funcionamento de uma experiência de aprendizagem (Estrutura de Conteúdos – *Content Structure*) e como agregar as actividades de recursos de aprendizagem para o deslocamento entre diferentes ambientes. O *SCORM Content Packaging Specification* fornece uma maneira normalizada para representar a agregação de recursos de aprendizagem e posterior partilha desses recursos entre diferentes LMSs (Qu, 2002).

A especificação *Content Packaging* define como o Modelo de Conteúdos (*Content Model*) e os Metadados (*Meta-data*) são descritos e acondicionados (*Packaged*) (Rustici, 2004). Descreve a estrutura ou organização e o comportamento planeado de uma colecção de conteúdos de aprendizagem (Qu, 2002). Comportamento planeado refere-se à Informação de Sequenciação dentro da colecção dos conteúdos.

Sendo assim, o *SCORM Content Packaging* fornece uma forma consistente para descrever estruturas de conteúdos, conteúdos de aprendizagem, os metadados que descrevem os vários componentes da estrutura de conteúdos e regras de sequência e navegação.

Um “Pacote” de Conteúdos (*Content Package*) contém dois componentes principais:

1 – Um documento especial, em XML, que descreve a estrutura de conteúdos e os recursos associados ao pacote chamado *Manifest file* (*imsmanifest.xml*);

2 – O conjunto dos ficheiros físicos que compõem o pacote.

A **Figura 5** mostra uma representação conceptual do “Pacote”.

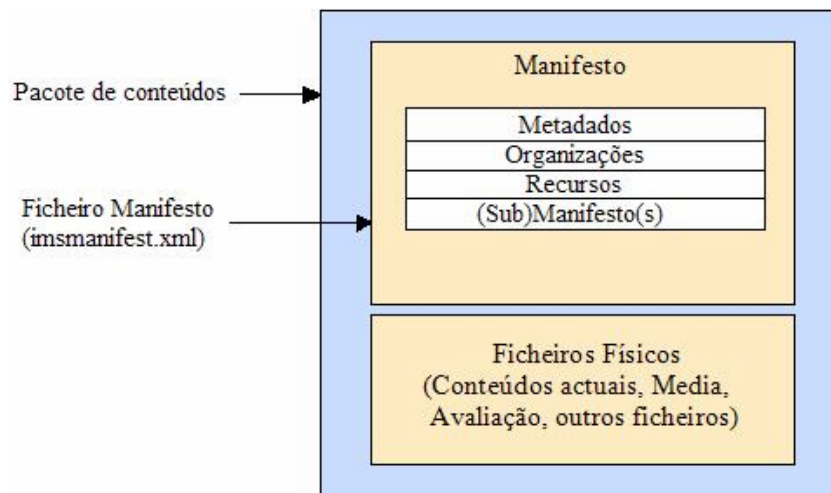


Fig. 5: Diagrama conceptual do *Content Package* (adaptado de ADL, 2004).

A ligação dos metadados aos componentes SCORM é feita no “empacotamento” de conteúdos. Os metadados podem ser associados em cinco fases possíveis:

- **Manifest:** Os metadados ao nível do manifesto descrevem o empacotamento de conteúdos como um todo. São utilizados os *SCORM Content Aggregation Meta-data*.
- **Organization:** Os metadados ao nível da organização descrevem a Organização de Conteúdos como um todo, seja um curso, uma disciplina, uma unidade, uma lição, um módulo ou qualquer outra unidade de ensino organizada. São utilizados os *SCORM Content Organization Meta-data*.
- **Item:** Os metadados ao nível do item descrevem a hierarquia encaixada de maneira lógica de Actividades num contexto. Quando são associados a um item deve ser usado o *SCORM Activity Meta-data*.
- **Resource:** Metadados ao nível do recurso descrevem SCOs ou Activos. *SCORM SCO Meta-Data* ou *SCORM Asset Meta-data* são os metadados que deverão ser aplicados.
- **File:** Metadados ao nível de ficheiro descrevem um Activo. Deverá ser usado o *SCORM Asset Meta-data*.

Um “pacote” representa uma unidade de aprendizagem. A unidade de aprendizagem pode fazer parte de um curso ou de uma disciplina, mas deve ter uma relevância educativa fora da organização de um curso e pode ser disponibilizada, independentemente, como uma porção de um curso, como um curso inteiro ou como uma colecção de cursos. Uma vez chegado ao seu destino, o pacote deve permitir ser desagregado ou agregado. Um pacote deve estar habilitado a ser independente e autónomo. Deve conter toda a informação necessária para a sua utilização para aprendizagem, quando for desempacotado (ADL, 2004).

O Ficheiro Manifesto (*Manifest file*) é um documento em XML que contém um inventário estruturado dos conteúdos do pacote. Se um “pacote” de conteúdos é planeado para ser disponibilizado para um utilizador final (estudante), o manifesto também contém informação sobre como o conteúdo é organizado.

O âmbito do manifesto é elástico. Um manifesto pode descrever parte de um curso que pode estar fora do contexto de uma disciplina, de um curso completo, de uma colecção de cursos ou apenas uma colecção de conteúdos e que pode ser movido de um sistema para outro.

Todos os componentes do *Content Package* são agrupados num ficheiro de arquivo comprimido, ficheiro em formato *Zip* (ADL, 2004).

Um ficheiro *Manifest* representa a informação necessária para descrever os conteúdos do pacote. Define a composição e descreve os componentes.

O manifesto é composto por quatro componentes principais (ADL, 2004):

- 1- **Meta-data:** Metadados para descreverem o “pacote” de conteúdos como um todo. Estes metadados possibilitam a pesquisa e descoberta do próprio “pacote”. Também fornecem um mecanismo para descrever as características do pacote;
- 2- **Organizations:** Descrevem a estrutura de conteúdos ou a organização dos recursos de aprendizagem, fazendo uma unidade autónoma ou unidades de aprendizagem;
- 3- **Resources:** Definem os recursos de aprendizagem acondicionados no pacote;
- 4- **(Sub)Manifest(s):** descreve(m) quaisquer unidades de aprendizagem logicamente encaixadas (que podem ser tratadas como unidades autónomas).

A **Figura 6** descreve a composição de um ficheiro *Manifest*.



**Fig. 6: Componentes de um Manifesto** (adaptado de ADL, 2004).

No que toca ao componente *Organizations*, dentro do manifesto, ele descreve como o conteúdo está organizado no pacote para utilização.



O *IMS Content Packaging Specification* separa recursos de aprendizagem da forma como são organizados, permitindo que o mesmo recurso tenha diferentes usos em diferentes contextos. De maneira a disponibilizar o pacote de conteúdos ao aluno numa LMS, deve haver pelo menos uma *Organization* de conteúdos.

A organização de conteúdos é também usada como uma forma de descrever a hierarquia das actividades de aprendizagem que tiram partido dos recursos de aprendizagem.

A organização de conteúdos não deverá ser confundida com a estrutura física do pacote de conteúdos ou com a própria estrutura do próprio manifesto. Por exemplo, os ficheiros num pacote são frequentemente organizados numa hierarquia de pastas, mas tal estrutura em si não diz ao aluno como utilizar o conteúdo.

O propósito da organização de conteúdos é fornecer um meio de especificar, de forma coesa, unidades de aprendizagem que usam colecções de recursos de aprendizagem. Tais unidades são hierarquias de actividades de aprendizagem, para que comportamentos específicos e regras possam ser prescritas de tal maneira que esta estrutura de actividades e comportamentos associados possam ser reproduzidos em qualquer ambiente LMS compatível com o SCORM.

Para qualquer actividade definida numa organização, o autor pode ou não definir comportamentos e regras específicas. Na falta de regras específicas, a organização de conteúdos é apenas um mapa que pode ser usado para navegar à vontade por entre recursos de aprendizagem definidas no “pacote”. Adicionando regras e comportamentos, a organização torna-se num guia que estabelece o modo como um LMS deve gerir a experiência do aluno e a utilização dos recursos.

Uma organização de conteúdos pode ser vista como um mapa estruturado de recursos de aprendizagem, ou um mapa de actividades estruturadas para guiar o aluno através da hierarquia de actividades de aprendizagem que usam os recursos de aprendizagem. Um autor de conteúdos pode escolher estruturar a organização dos conteúdos como uma tabela de conteúdos para os recursos de aprendizagem, enquanto outro pode escolher estruturar a organização como um caminho-guia adaptável através da experiência de aprendizagem, invocando recursos apenas se e quando necessário. Um terceiro pode criar uma organização onde algumas actividades de descoberta incluem, de forma livre, o uso de alguns recursos de aprendizagem, enquanto outras actividades podem ser geridas mais formalmente.

Um LMS pode criar a sua própria representação para um “pacote” de conteúdos e os seus conteúdos. A especificação de uma organização de conteúdos em SCORM não sugere que os sistemas LMS sejam obrigados a adoptar o modelo da organização de conteúdos ou armazenar os componentes do pacote utilizando a mesma organização estrutural (ADL, 2004). Cada LMS pode ter uma representação privada única da organização de conteúdos, dependendo de diferentes

objectivos de aprendizagem, porque, no *Content Packaging*, a organização é autónoma, definida num perfil de aplicação do empacotamento de conteúdos, incluindo todas as descrições de dependência e relações existentes entre recursos de aprendizagem, não apenas as “internas” existentes fisicamente num “pacote” (descritas por uma URI) mas, também, as “externas” existentes na *Web* (descritas por URL) (Qu, 2002).

O componente *Organization* definido na *IMS Content Packaging Especification* fornece uma *framework* para a informação que é exigida para representar uma estrutura de conteúdos. Pelo *design*, o componente *Organization* também contém a faculdade para adicionar, por cada *item* na organização, informação suplementar como metadados ou regras de funcionamento e prescrições.

O modelo *IMS Content Packaging* fornece, também, uma forma clara para inventariar e empacotar todos os ficheiros físicos requeridos para disponibilizar recursos de aprendizagem, bem como identificar relações entre ficheiros que pertencem a um ou mais recursos de aprendizagem, incluindo recursos externos referenciados que não estão contidos como ficheiros físicos dentro do “pacote”.

As organizações de conteúdos fornecem um meio para representar estruturas de colecções de recursos de aprendizagem. Esta é uma relativamente nova abordagem para desenhar conteúdos de aprendizagem.

Com o SCORM, o LMS é o responsável por disponibilizar o conteúdo de acordo com as prescrições incorporadas na organização de conteúdos. Tal significa que o LMS deve saber como e quando um *designer* planeou os recursos de aprendizagem incluídos no pacote para serem apresentados ao aluno. A organização de conteúdos, que está situada na secção *Organizations* do “pacote” *manifest*, permite ao autor fornecer ao LMS a sua informação. Isto significa que a autoria de uma unidade de instrução consiste em criar ou coleccionar recursos de aprendizagem e também criar uma organização de conteúdos que usa aqueles recursos – talvez até utilizando ferramentas de autor completamente diferentes.

No SCORM, há dois produtos distintos de autoria: informação da organização de conteúdos de autoria, que é usada como uma prescrição pelo LMS e processada durante o funcionamento, e recursos de aprendizagem de autor, que são emitidos num ambiente *browser* como prescrito na organização de conteúdos. A estrutura é completamente exposta e pode ser representada de uma forma normalizada. Pacotes de conteúdos podem agora ser disponibilizados de uma maneira previsível para produzir experiências de aprendizagem comparáveis, em diferentes ambientes de LMS (ADL, 2004).

Uma organização de conteúdos SCORM inclui componentes que são planeados para definir diferentes aspectos de uma estrutura de conteúdos:

- 1 – **Hierarquia de Conteúdos** (*Content Hierarchy*);
- 2 - **Metadados** (*Meta-data*);
- 3 – **Sequenciamento, Sequenciamento Adaptável e Navegação** (*Sequencing, Adaptive Sequencing and Navigation*) (ADL, 2004).

1 - A **Hierarquia de Conteúdos**, na organização de conteúdos, é uma representação em forma de árvore, muito como uma tabela de conteúdos que representa uma organização lógica para recursos de aprendizagem ou actividades que usam recursos de aprendizagem. Em muitos casos, mas nem em todos, estas árvores hierárquicas podem ser atravessadas por uma ordem específica, que representa a ordem por defeito pela qual um autor planeia o percurso de progressão do aluno através do material.

Uma colecção de recursos de aprendizagem pode, normalmente, ser organizada numa hierarquia, a qual pode ser representada como uma organização de conteúdos. Outra abordagem para organizar recursos de aprendizagem consiste em definir uma hierarquia de actividades que conta com os recursos para fornecerem uma experiência de aprendizagem específica. Neste caso, o topo da hierarquia é a principal actividade, que pode consistir de sub-actividades, que podem elas mesmo consistir de sub-actividades. Dependendo da metodologia do *design*, este grupo hierárquico pode ser usado para representar conceitos como um Curso ou Disciplina, Capítulo, Tópico ou termos similares que representam como o conteúdo está organizado para disponibilização ao aluno.

O *IMS Content Packaging Specification* define um conjunto de termos que são usados na representação de hierarquia de conteúdos. A **Figura 7** representa a maneira como a organização de conteúdos forma uma estrutura hierárquica que mapeia para uma colecção de recursos de aprendizagem.

A estrutura hierárquica é uma árvore de elementos *Item* encaixados. A raiz da árvore é o elemento *Organizations*. Um elemento *Item* pode referir um elemento *Resource*, que descreve um recurso de aprendizagem específico para ser emitido quando o *Item* é utilizado como uma actividade. O mesmo elemento *Resource* pode ser referenciado por mais de um elemento *Item*.

O SCORM e o *IMS Simple Sequencing Specification* são perfis de aplicação do IMS CPS e, como tal, eles adicionam um par de restrições: uma é que somente *Items* folhas (*Items* que não têm filhos) podem referenciar um recurso de aprendizagem; outra é que uma *Organization* deve conter pelo menos um *Item*.

Adicionalmente, o SCORM exige que um recurso de aprendizagem seja de um ou de dois tipos: um SCO e/ou um Activo (ADL, 2004).

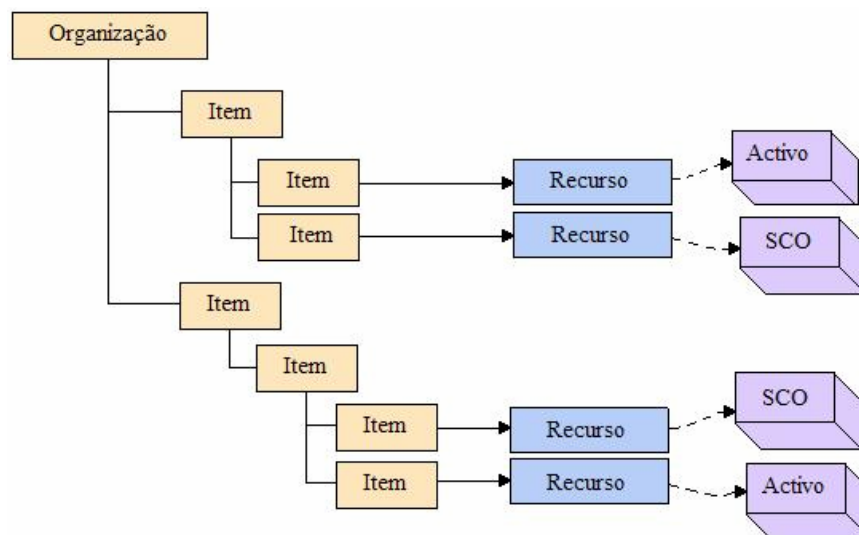


Fig. 7: Terminologia da *IMS Content Hierarchy* (adaptado de ADL, 2004).

O componente “**Recursos**” (*Resources*) (composição dos recursos) de um ficheiro manifesto pode descrever recursos externos, bem como ficheiros físicos alocados no “pacote”. Estes ficheiros podem ser ficheiros *media*, ficheiros de texto, objectos de avaliação ou outras peças de dados na forma electrónica. Os recursos são referidos para vários pontos dentro da Organização de Conteúdos, a qual fornece a estrutura para os recursos atribuídos (ADL, 2004).

A **Figura 8** mostra como um **recurso** singular é feito de múltiplos componentes.

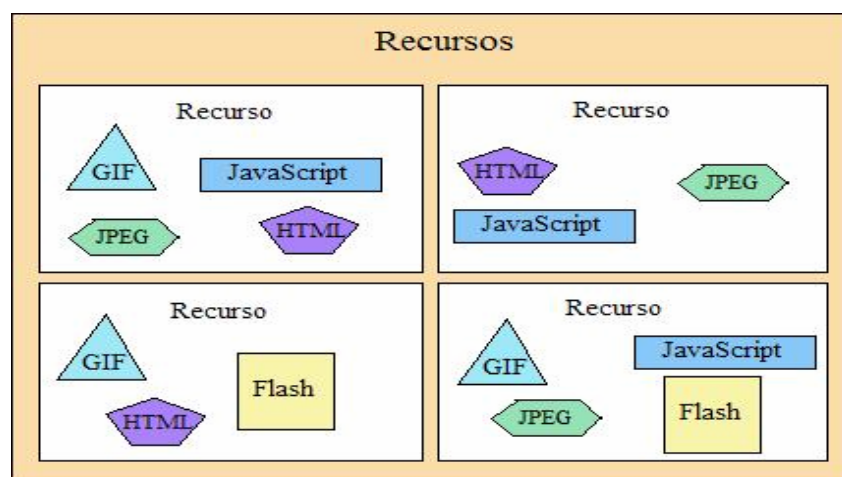


Fig. 8: “**Recursos**” de um *Manifest* (adaptado de ADL, 2004).

No SCORM, estes componentes são simples activos. Se o recurso foi construído para comunicar com uma LMS, então o recurso é um SCO. Se o recurso não foi construído para comunicar com uma LMS, o recurso é considerado um activo. A colecção de componentes de recursos compõe os recursos que uma **Organização** pode referir. Esta colecção de recursos e a sua **Organização** definem uma Organização de Conteúdos (*Contents Organization*).

O componente “**Recursos**” descreve a composição física (inventário de componentes) do recurso como um todo. Os componentes do inventário são listados como Ficheiros dentro do componente “**Recursos**” (ADL, 2004).

O componente “**Ficheiros Físicos**” do Ficheiro Manifesto representa os ficheiros correntes referenciados nos componentes de recursos. Estes ficheiros podem ser ficheiros locais que estão actualmente contidos dentro do “pacote”, ou podem ser ficheiros externos que são referenciados por um *Universal Resource Identifier* (URI) (ADL, 2004).

2 – Na organização de conteúdos, **Metadados** para a estrutura são uma descrição opcional, específica do contexto de dados sobre uma actividade definida na organização de conteúdos. Tais metadados podem ser usados para descrever o modo como um recurso de aprendizagem particular está a ser usado numa organização particular de conteúdos (i.e., competências ou objectivos que podem ser apresentados ao aluno quando o recurso de aprendizagem é usado numa actividade particular).

Quando um recurso de aprendizagem é criado com a intenção de o fazer reutilizável, a melhor prática é descrever o recurso de aprendizagem com metadados. Os Metadados permitem ao recurso de aprendizagem ser encontrado quando é armazenado num “pacote” ou num repositório. Isso também torna o recurso de aprendizagem mais reutilizável, desde que ele possa, por inspecção somente dos metadados, decidir pela sua reutilização, sem estar actualmente aberto, e inspecionar o próprio recurso. Tais metadados são considerados **Independentes do Contexto** (*Context-Independent*), uma vez que descrevem o recurso de aprendizagem indiferentemente de onde possa ser encontrado, independentemente de qualquer uso particular no contexto de uma estratégia de aprendizagem específica. Quando a utilização de um recurso de aprendizagem é definida como parte de uma estratégia de aprendizagem, metadados adicionais podem ser usados para descrever a actividade que usa o recurso.

Metadados que são específicos de uma particular estratégia de aprendizagem são chamados metadados *Context-Specific* e são incorporados na organização de conteúdos. Por exemplo, os metadados podem incluir uma explicação do motivo por que uma actividade particular está inserida num lugar particular, numa sequência de aprendizagem.

Metadados *context-independent* referem-se normalmente a metadados imutáveis que descrevem *Activos* digitais, objectos de conteúdos ou colecções de objectos. Metadados *context-dependent*, por outro lado, referem-se normalmente a metadados que fazem sentido apenas no contexto de uma particular organização de conteúdos.

Desenvolver e aplicar metadados a recursos de aprendizagem e colecções de recursos de aprendizagem é um conceito novo para muitos. Melhores práticas para o fazer estão ainda a ser

desenvolvidas. Em alguns casos, o principal propósito para os metadados é a descoberta e reutilização de conteúdos. Em outros casos, eles são estritamente informativos e fornecem aos autores informação sobre o *design* e a intenção dos objectos de aprendizagem ou *item*, numa organização dos conteúdos descritos. Alguns têm teorizado sobre que metadados podem ser fornecidos a alunos para os ajudar a navegar através do conteúdo. Não há consenso sobre o uso comum de metadados, até agora, mas provisões tem sido feitas nestas especificações para uma variedade de potenciais usos valiosos de metadados.

Se um “pacote” de conteúdos é planeado apenas para o disponibilizar aos alunos e não há intenção jamais de o reorganizar ou o desagregar para reutilizar os seus componentes noutra organização, adicionar metadados detalhados para cada elemento no pacote pode ser contraproducente, uma vez que tais metadados apenas tornam o pacote e seu manifesto mais dispendiosos de armazenar, transmitir e gerir. Por outro lado, se há qualquer possibilidade de que o “pacote” possa ter de ser modificado, reorganizado ou desagregado para reutilização em algum tempo no futuro, faz sentido fornecer metadados para todos os elementos que possam ser reutilizados ou com necessidade de ser interpretados. Em casos de dúvida, a experiência do passado com conteúdos parece indicar que é provavelmente melhor adicionar metadados, embora eles possam ser despojados quando uma disponibilização dinâmica do pacote é exigida (ADL, 2004).

3 – O **Sequenciamento**, na organização de conteúdos, é um conjunto de prescrições opcionais que podem ser embebidas na organização de conteúdos, se o autor deseja controlar que recurso de aprendizagem será apresentado ao aluno quando ele navega através dos conteúdos. Por defeito, se nenhuma prescrição de sequência ou navegação é definida, o aluno pode escolher qualquer *item* por vontade. Adicionando prescrições específicas, pode alterar-se o funcionamento por defeito. Por exemplo, adicionando uma prescrição de fluxo aos *items* na organização de conteúdos, ordena-se directamente ao LMS que guie a navegação de forma definida pela árvore da organização. Sequências complexas adaptáveis podem ser baseadas no estado de conclusão de certos recursos de aprendizagem ou na preferência dos utilizadores em computação mais complexa ou em resultado de avaliações.

### **6.5.2. SCORM Sequencing and Navigation (SCORM SN)**

O **Sequenciamento e Navegação** (*Sequencing and Navigation*) é um mecanismo complexo que define a forma como, quando e quais os objectos de aprendizagem são apresentados aos alunos (ALTRC, 2004).

Sequenciamento e Navegação refere-se ao funcionamento que um LMS deve seguir, de forma a apresentar uma experiência de aprendizagem específica como planeada por um autor ou

programador de conteúdos. A experiência de aprendizagem pode ser adaptável, com diferentes comportamentos que dependem do desempenho do aluno ou outras variáveis que podem ser localizadas por um LMS. Cada LMS é responsável por interpretar a informação da sequência descrita na Organização de Conteúdos e aplicar o comportamento da sequência para controlar a sequência dos recursos de aprendizagem em funcionamento.

O Sequenciamento e Navegação aplica-se apenas a Actividades. A sequência planeada de Actividades é definida como parte da Organização de Conteúdos, estruturando Actividades em relação com outras e associando informação da sequência com cada Actividade.

O SCORM SN define um conjunto de informação de sequenciamento por defeito que governa a sequenciação e navegação para uma organização de conteúdos específica. Contudo, a informação de sequenciamento por defeito apenas serve para uso livre. Muitos programadores e *designers* preferem usar estratégias de aprendizagem específicas. Nesses casos, o programador pode incluir informação de sequenciação específica, a qual determina o modo como um LMS deverá gerir a experiência de aprendizagem.

A informação de sequência está associada com os elementos da árvore da organização de conteúdos e cada um destes elementos representa uma actividade que o aluno pode ocupar debaixo do controlo da informação de sequência. Aplicações da informação de sequência, tipicamente, resultam tanto na emissão de um recurso de aprendizagem, como na escolha que o aluno deve fazer entre os constrangimentos definidos pelo programador. Porque a informação da sequência e navegação é parte da organização de conteúdos, que é ela própria parte do manifesto do “pacote”, o comportamento planeado pode ser embebido num pacote de conteúdos de tal forma que o pacote pode ser usado para disponibilizar a mesma experiência de aprendizagem em qualquer LMS compatível com o SCORM.

O SCORM SN fornece, entre outras coisas, a capacidade para definir sequenciamentos de actividade adaptável de alta qualidade. Por exemplo, ele permite uma ramificação condicional para outra actividade, dependendo de se o aluno completou alguma tarefa, em atenção a um resultado aceitável, ou se atingiu certo objectivo. A informação de *Sequencing and Navigation*, embebida numa organização de conteúdos, pode determinar se e como um LMS pode permitir ao aluno o uso do recurso de aprendizagem no “pacote”, baseado em como outros recursos de aprendizagem do mesmo “pacote” têm sido usados nas actividades anteriores.

O processo de normalização para a sequenciação e navegação tem sofrido dificuldades, devido à variedade de complexas abordagens de *design* requeridas de forma a preparar eficazmente certas tarefas ou preparar alunos para papéis ou responsabilidades complexas. Versões anteriores do SCORM não forneciam capacidades de sequenciação específica; na realidade, permitiam apenas

uma pura utilização livre, porque é um tema difícil e complexo, que requer mais tempo para o surgimento de soluções trabalháveis. Há muitos e frequentemente divergentes requisitos na comunidade do *design* de aprendizagem. Não têm sido encontradas abordagens que respondam às necessidades de uso de toda a comunidade. Contudo, a abordagem usada no SCORM, que é baseada no *IMS Simple Sequencing Specification* (IMS SS), é suficientemente flexível para permitir uma grande variedade de abordagens de *design* na aprendizagem.

O *IMS SS Specification* permite aos sistemas disponibilizar recursos de aprendizagem de uma maneira previsível, enquanto reage consistentemente com interações dos alunos com recursos de aprendizagem. A abordagem planeada alimenta a reutilização de recursos de aprendizagem para permitir, a programadores, definir comportamentos de sequências e navegação ou estratégias, independentemente dos recursos de aprendizagem actuais. A informação de sequenciamento adaptável é codificada na organização de conteúdos, permitindo que recursos de aprendizagem sejam reutilizados em múltiplos contextos (i.e. múltiplos e diferentes *manifests* ou *organizations*, tendo cada um o seu próprio conjunto de informação de sequências e navegação) (ADL, 2004).

O SCORM SN define como o IMS SS é aplicado e extendido num ambiente SCORM. Define os comportamentos exigidos e funcionalidades que uma LMS compatível deve implementar, para processar a sequência da informação quando em funcionamento, controlando a apresentação do conteúdo. Mais especificamente, descreve os ramos e o fluxo de actividades de aprendizagem numa **Árvore de Actividade**, baseada nos resultados da interacção dos alunos com os objectos de conteúdos expostos e numa estratégia de sequência criada. Uma Árvore de Actividade é uma estrutura conceptual de actividades de aprendizagem geridas por cada aluno.

O SCORM SN descreve como o aluno é iniciado e como iniciar o sistema de navegação, para que os eventos possam ser desencadeados e processados, resultando na identificação das actividades de aprendizagem a disponibilizar. Cada actividade de aprendizagem identificada para disponibilização terá um objecto de conteúdo associado. A sequência dos objectos de conteúdo a apresentar, para um dado aluno e uma estrutura de conteúdos, fornece uma experiência de aprendizagem (interacção do aluno com os objectos de conteúdo). O SCORM SN descreve como o LMS gere o resultado da experiência da aprendizagem e como pode afectar a Árvore de Actividade (ADL, 2004).

Esta estratégia de desenvolvimento representa uma inovação na forma como as disciplinas têm sido criadas, utilizando ferramentas de autoria de formação baseadas em computadores autónomos. No passado, estas ferramentas tipicamente embebiavam toda a informação de sequenciamento e navegação, de tal modo que determinavam que parte da disciplina ou curso o estudante visionaria de seguida num formato de dados proprietário. Em quase todos os casos, as



ferramentas de autor ou sistemas são definidos e implementados de forma proprietária e às vezes num único método de sequenciação para os conteúdos. Antes da chegada do SCORM e da mudança para uma estratégia de desenvolvimento para a interoperabilidade, era extremamente difícil partilhar conteúdos entre diferentes ambientes de autoria, assim como era igualmente difícil reutilizar conteúdos em outros contextos que envolviam diferentes requisitos de sequenciamento.

No SCORM, a informação do sequenciamento é definida nas Actividades representadas na Organização de Conteúdos e é externa aos recursos de aprendizagem associados com aquelas actividades. É responsabilidade do LMS emitir os recursos de aprendizagem com as actividades, em resposta à aplicação do funcionamento da sequência definida. Isto é conceptualmente importante, porque a reutilização do recurso de aprendizagem é limitado se o recurso tem a informação da sequência embebida que é específica do contexto da disciplina ou curso. Por exemplo, se um recurso contém uma forte derivação para outro recurso, segundo condições específicas, pode não ser usado num curso diferente em que o segundo recurso pode não ter aplicabilidade ou disponibilidade. A reutilização de um recurso de aprendizagem depende da sua independência e autonomia.

O SCORM reconhece, contudo, que alguns recursos de aprendizagem podem conter lógica interna para realizar uma tarefa de aprendizagem particular. Tais recursos podem ramificar dentro de si próprios, dependendo de interações com o aluno. Estes ramos são todos independentes, relevantes para a autonomia de recurso e não são normalmente visíveis para LMSs. É importante que ramos internos não tenham referências a recursos de aprendizagem externas, os quais podem ou não estar presentes em outras organizações de conteúdos. Isto é um importante ponto para autores de conteúdos tomarem em atenção quando determinarem que recursos de aprendizagem deverão ser usados e como irão ser agregados (ADL, 2004).

### **6.5.3. SCORM Run-Time Environment (SCORM RTE)**

O SCORM RTE é um ambiente para a execução, que fornece um método para a interoperabilidade entre um SCO e um sistema LMS. Ele define um caminho comum para iniciar um SCO, uma comunicação entre o SCO e um LMS e pré-define os elementos de dados que são trocados entre uma LMS e o SCO durante a execução (ADL, 2004). Define a forma como a informação é transmitida ao aluno pelo Sistema de Gestão de Aprendizagem e especifica a maneira como o conteúdo funcionará, uma vez emitido pelo sistema LMS (Rustici, 2004).

O SCORM RTE realiza as três operações enunciadas no parágrafo anterior, a partir de três componentes: *Launch*, *Application Program Interface* (API) e *Data Model*.

O *SCORM Launch* define uma forma comum para LMSs iniciarem recursos de aprendizagem baseados na Web (Qu, 2002).

O *SCORM Launch* trata das relações entre as LMSs e conteúdos SCORM, tal que todos os conteúdos compatíveis com o SCORM dependerão de LMSs compatíveis com o SCORM para serem disponibilizados e mostrados ao aluno. Adicionalmente, as LMSs aceitam a responsabilidade para determinar que conteúdo SCORM é disponibilizado de seguida (ADL, 2004).

O SCORM API é o responsável pela comunicação entre os conteúdos e o LMS (Qu, 2002), realizada através de uma API. Fornece um conjunto de métodos pré-definidos para tornar possível a comunicação entre a emissão dos SCOs e um LMS. Estas funções completam o processo para apresentação dos conteúdos, fornecendo um meio normalizado para estabelecer a ligação entre o SCO e a LMS que o emitiu e quebrar a ligação quando a sessão de aprendizagem com o SCO terminar (ADL, 2004). O LMS sabe sempre o estado do conteúdo a partir desta comunicação: iniciado, concluído ou numa condição de erro (Qu, 2002). Adicionalmente, ele fornece um meio para o conteúdo SCORM colocar e retirar dados no LMS, tais como resultados de avaliação de alunos ou resultados de testes ao processo para avisar o aluno sobre qualquer erro que possa ocorrer durante o mesmo.

O *SCORM Run-Time Environment Data Model* fornece os elementos de dados que podem ser usados para recolher e colocar dados de e para diferentes LMSs (ADL, 2004). Estes elementos de dados formam um conjunto normalizado que define a informação que é comunicada, bem como o estado do recurso de aprendizagem. Este conjunto foi directamente derivado do AICC CMI<sup>24</sup> (*AICC CMI Data Model*)<sup>25</sup>

Para que numa LMS se possa implementar uma API, ela deverá ser compatível com o SCORM. Na **Figura 9** é representado o posicionamento conceptual da interface face ao sistema (ADL, 2004).

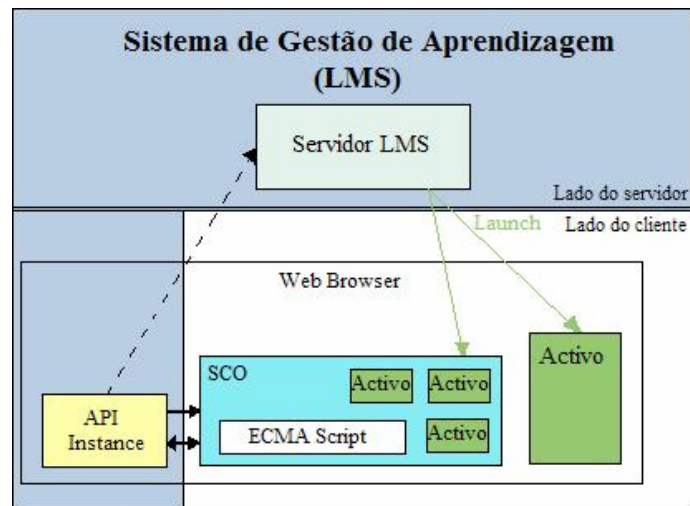
Uma API consiste em oito funções a que o SCO pode aceder para comunicar com o LMS:

<i>LMSInitialize()</i>	<i>LMSCommit()</i>
<i>LMSFinish()</i>	<i>LMSGetLastError()</i>
<i>LMSGetValue()</i>	<i>LMSGetErrorString()</i>
<i>LMSSetValue()</i>	<i>LMSGetDiagnostic()</i>

---

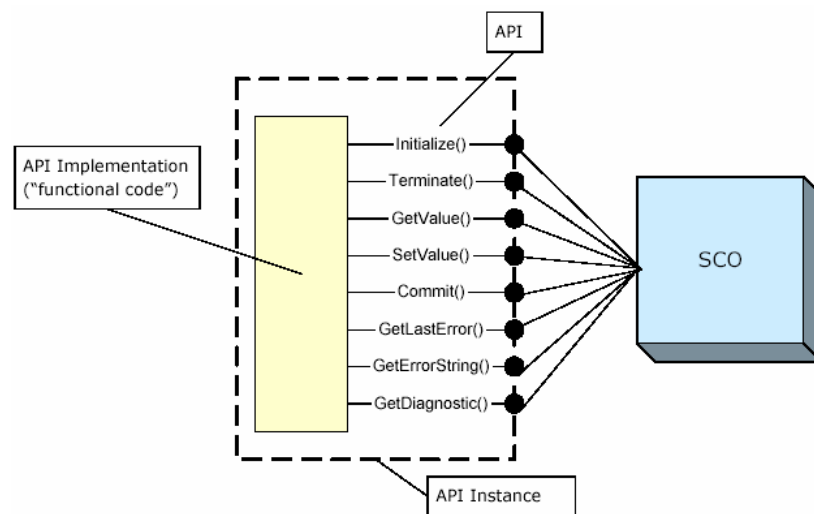
<sup>24</sup> O *AICC CMI Data Model* define um conjunto de elementos de dados normalizados que satisfazem a maioria das necessidades quanto à troca de informação entre conteúdos e LMSs – definir e recolher dados sobre o perfil dos alunos, recolher classificações de estudantes, etc. (Qu, 2002).

<sup>25</sup> Disponível em <http://www.aicc.org/>



**Fig. 9: Ambiente Conceptual *Run-Time*** (adaptado de ADL, 2004).

Esta API é implementada por aquilo a que o SCORM chama *API Adapter*. Um *API Adapter* deve “residir” numa janela do *browser* através da qual se abre a janela que “contém” o conteúdo (Rustici, 2004). O LMS tem que emitir o SCO através de uma janela do *browser*. A *API Instance*, ver **Figura 10**, deve ser fornecida pelos LMSs como definido pelo IEEE e o SCORM (ADL, 2004).



**Fig. 10: API, *API Instance* e *API Implementation*** (retirado de ADL, 2004).

O *API Adapter* deve implementar as 8 funções (Rustici, 2004).

Para uma compatibilidade mínima SCORM, o conteúdo apenas necessita de chamar a função *LMSInitialize()* para começar e *LMSFinish()* para sair. No entanto, é possível interações mais ricas: relatórios de resultados de testes, controlo do tempo, marcação da última localização, etc.; isto é o que fazem as três funções seguintes, de acordo com aquilo que o SCORM define num modelo de dados consistindo de elementos que o conteúdo pode “ler de e escrever para”, facilitando este tipo de funcionalidades:

*LMSGetValue()* recupera valores de elementos do modelo de dados do LMS; *LMSSetValue()* escreve um valor para um elemento do modelo de dados para o LMS; e *LMSCommit()* pode ser chamada depois de qualquer valor colocado, para assegurar que o dado é mantido.

Estas três funções permitem ao conteúdo captar erros e lidar inteligentemente com eles.

Implementar este *API Adapter* numa LMS é um pouco mais do que usá-la a partir do conteúdo. O *API Adapter* tem de implementar todas as suas funções e suportar a maior parte do modelo de dados SCORM (Rustici, 2004). A questão mais complicada envolvendo um LMS compatível com o SCORM é relativa ao modo de conduzir a comunicação entre o *browser* e o servidor. Isso pode ser feito com *Java*, *Flash*, controlos *ActiveX* e *JavaScript* (Rustici, 2004).

Antes de encerrar este capítulo, deve ser referido que as entidades responsáveis pelas normas e especificações aqui apresentadas estão empenhadas em colaborar de forma a uniformizarem tais normas. Muitas iniciativas vão surgindo continuamente. Para reforçar a sua importância, são aqui apresentadas algumas:

Uma *framework*, a *IMS Tools Interoperability Framework* (IMS TIF), foi inaugurada a 21 de Junho de 2005, em Sheffield, Inglaterra. O TIF foi desenvolvido pelo IMS GLC como um mecanismo eficiente e reutilizável para plataformas LMS integradas com ferramentas de terceiros, permitindo às instituições estender as funcionalidade que podem oferecer aos alunos.

Implementações-piloto foram realizadas com as LMS *Blackboard*, *Sakai*, *WebCT* e *Moodle Learning Management Systems*, cada uma ligada com duas ferramentas de avaliação (*Perception* da *Questionmark* e *SAMigo* da *Sakai*), e a *ConceptTutor* da *University of Wisconsin – Madison, USA*.

As organizações IMS, ADL e IEEE LTSC vão colaborar na actualização e na normalização no Acondicionamento de Conteúdos (*Content Packaging*). Na sessão de trabalho que decorreu em Sheffield, Inglaterra, a 8 de Julho de 2005, representantes da ADL Co-Lab, LTSC do IEEE e o IMS/GLC, traçaram uma abordagem colaborativa das três organizações que seguirão para actualizar a especificação *IMS Content Packaging*. Esta especificação actualizada será acreditada como uma norma IEEE e o perfil da especificação *Content Packaging*, incluído como um componente-chave do SCORM 2004, será revisto para estar de acordo com a norma resultante.

O *IMS Global Learning Consortium* iniciou, a 11 de Julho de 2005, o *IMS Compliance Program* (Programa de Conformidade IMS), com o intuito de melhorar, por todo o mundo, a interoperabilidade e a obtenção de produtos de aprendizagem baseados nas especificações IMS.

O *IMS Global Learning Consortium* anunciou, a 12 de Julho de 2005, o lançamento da *Specification ePortfolio* (Especificação ePortofólio). Esta especificação torna fácil a movimentação de portofólios da escola para o trabalho, permite às instituições seguirem melhor as competências dos

seus principiantes, apoia a utilização de ePortofólios para o desenvolvimento de carreira e facilita o acesso às preferências de trabalho <sup>26</sup>.

No capítulo seguinte vão ser abordadas as questões da interoperabilidade e da granuralidade.

---

<sup>26</sup> <http://www.imsglobal.org/>

## 7 – Normalização de Conteúdos

### 7.1 – Granularidade

#### 7.1.1 - Conceitos e Definições

No capítulo três, foram referidas algumas das características que os conteúdos de aprendizagem deveriam possuir para se tornarem objectos facilmente utilizáveis e reutilizáveis. Um aspecto focado foi que esses conteúdos podem ser constituídos por “peças”, de diferentes proveniências (texto, áudio, vídeo, etc.). São objectos variados que se podem associar de múltiplas maneiras para constituírem diferentes conteúdos personalizados e em diferentes contextos. A quantidade, o tipo e a forma como os objectos se agrupam para constituir um conteúdo, de forma a atingir um objectivo desejado, determinam a **granularidade** desse conteúdo.

A **Granularidade** de um recurso digital de aprendizagem refere-se ao tamanho, à decomponibilidade e ao grau em que um recurso é planeado para ser usado como parte de um recurso maior. Considera-se que recursos digitais de aprendizagem mais granulares são mais pequenos e não têm sub-componentes. Por outro lado, recursos digitais de aprendizagem menos granulares são maiores e são compostos por pequenas peças<sup>27</sup> (Robson, 2004). A granularidade pode ser vista como o nível de agregação de um conteúdo (Qu, 2002).

A importância desta propriedade está relacionada com a reutilização e interoperabilidade do conteúdo. É um factor a ter em conta na definição e determinação da reutilização. Enquanto a reutilização de uma imagem significa a capacidade de a usar na totalidade, noutro cenário, a reutilização de um conteúdo de aprendizagem, de uma disciplina ou de um curso pode ser referida à totalidade ou a partes.

O recurso com nível mais elevado de granularidade é nuclear, enquanto os de nível imediatamente inferior são compostos por estes, e assim sucessivamente; ver **Figura 11**.

Um termo interessante, a **Decomponibilidade**, neste contexto, refere-se à capacidade de um recurso digital de aprendizagem ser dividido em peças mais granulares (Robson, 2004). Estas peças granulares tanto podem ser um aglomerado de objectos como objectos isolados, levados ao limite a partir do qual qualquer resultado da divisão deixa de ter sentido no contexto. Contudo, o próprio Robson reconhece alguma dificuldade quando se trata de decompor um objecto de aprendizagem constituído por imagens.

---

<sup>27</sup> Robson chegou àquela definição como resultado da compilação das definições existentes atribuídas às entidades de renome na área.

Têm surgido diversos modelos para descrever conteúdos de aprendizagem através da sua granularidade, para melhor os enquadrar perante uma futura reutilização ou para promover uma adequada interoperabilidade entre eles e entre plataformas:

1 – Um desses modelos, da responsabilidade do AICC, é retirado da definição do formato para a organização de cursos contemplado no AICC CMI (AICC, 2001). Os termos desse formato, por níveis de granularidade, são indicados a seguir:

Nível 1: Tópicos, Sequências, *Frames*, Objectos;

Nível 2: Unidade transferível (*Assignable Unit* - AU) (Lição) – É o mais pequeno elemento de instrução que pode ser apresentado ao aluno por um sistema compatível CMI;

Nível 3: Bloco (*Block*) (Capítulo ou Módulo) – É um agrupamento de componentes de uma disciplina (componentes dos níveis 1 e 2) - Nível que o CMI considera para maior interoperabilidade entre sistemas compatíveis CMI;

Nível 4: Disciplina ou curso (*Course*) – É uma unidade de formação completa. Normalmente, representa o que o aluno precisa de saber para adquirir determinadas competências. Ou, ainda, para adquirir um certo corpo de conhecimento. O *Course Structure* permite agrupar lições em sequências lógicas.

2 - Para responder a esta questão, o SCORM considera um modelo de agregação, a três níveis (ADL, 2004):

- Activos;
- Objectos de Conteúdos Partilháveis (*Sharable Content Objects* (SCOs)): É uma colecção de um ou mais Activos, a que se soma informação adicional sobre requisitos técnicos necessários para a interoperabilidade entre plataformas de aprendizagem que utilizem esta norma de compatibilidade;
- Agregação de Conteúdos: Aglutina Activos, SCOs e informações adicionais sobre as condições em que eles deverão ser disponibilizados e ainda metadados sobre toda a agregação e sobre cada um dos seus componentes individuais.

3 – A Cisco Systems (Cisco Systems, 2000) introduziu um modelo conceptual para Objectos de Aprendizagem, o Objecto de Informação Reutilizável (RIO – *Reusable Information Object*) que pode ser construído a partir de três tipos de *items*, todos com o mesmo nível de granularidade:

- *Items* de Conteúdo;
- *Items* de Prática;
- *Items* de Avaliação.

Todos estes níveis apontam para um objectivo único. O tema principal que o objecto trata é determinado pelo *item* de conteúdo. Ele simplesmente fornece a informação necessária à realização dos outros elementos do RIO. O RIO está planeado para levar pessoas a aprender alguma coisa em vez de meramente apresentar informação. *Items* de prática servem este propósito, porque eles dão ao aprendente a oportunidade de trazer o seu conhecimento e competências para a prática. *Items* de avaliação consistem numa questão de uma actividade mensurável, usada para determinar se o aluno tem dominado o objectivo de aprendizagem dado pelo RIO.

Cada um daqueles *items* é constituído por segmentos de qualquer tipo *media* não decomponível. Os *items* estão ao nível de granularidade maior.

Podemos ilustrar esta organização na tabela seguinte, **Tabela 3**.

**Tabela 3: Recursos de Aprendizagem da Cisco Systems**

Granularidade	Descrição
Fragmentos <i>Media</i>	Nível de agregação mais baixo ( Mais granular)
<i>Items</i> de Conteúdos <i>Items</i> de Prática <i>Items</i> de Avaliação	Construídos por fragmentos <i>media</i> .
Objectos de Aprendizagem- RIO	<i>Items</i> de Conteúdos + <i>Items</i> de Prática + <i>Items</i> de Avaliação

4 - A norma *IEEE Learning Object Metadata* (IEEE LOM) resolve esta questão através do conceito de **Nível de Agregação** que é a medida em que um conteúdo de aprendizagem é constituído por recursos digitais de aprendizagem. Quanto mais alto é o nível de agregação, mais profunda é a estrutura hierárquica de um recurso digital de aprendizagem (Robson, 2004).

Assim, para o IEEE LOM, a granularidade mede-se pelos níveis de agregação mostrados na **Tabela 4** (LTSC, 2002).

**Tabela 4: Níveis de Agregação/ Granularidade do IEEE LOM**

Nível de Agregação	Comentário	Recurso de Aprendizagem
1	Nível de agregação mais baixo ( Nível de granularidade mais elevada)	Dados, <i>Media</i> em Bruto, Fragmentos, etc.
2	Colecção de objectos de aprendizagem de nível um.	Uma Lição
3	Colecção de objectos de aprendizagem de nível dois.	Uma Disciplina ou Curso
4	Nível de agregação mais alto ( Nível de granularidade mais baixo)	Conjunto de Disciplinas ou Cursos Certificados



5 - A granularidade também pode ser medida através do **Modelo da *Learnitivity***<sup>28</sup>, **Modelo de Conteúdos** ou **Modelo de Agregação**, desenvolvido na *Learnitivity Foundation*, (Wagner, 2002), citado por (Robson, 2004), referido na **Tabela 5**.

De realçar que este modelo combina perspectivas técnicas e pedagógicas (Robson, 2004).

Neste modelo, o conceito de “Objecto de Informação” é baseado no trabalho de *Aprendizagem e Escrita Estruturada*, de Robert Horn (Horn, 1993).

**Tabela 5: Modelo de Agregação ou de Conteúdos**

Granularidade	Descrição
Activos de Conteúdos (Contents Assets)	São ficheiros <i>media</i> em bruto (não trabalhados): Imagens, fragmentos de texto ( <i>text snippets</i> ), trechos áudio ( <i>audio clips</i> ), <i>applets</i> <sup>29</sup> , etc..
Objectos de Informação	São passagens de texto, página(s) <i>Web</i> , <i>applets</i> , etc. que focam uma única peça de informação. Esta informação pode explicar um conceito, ilustrar um princípio ou descrever um processo. Exercícios individuais (testes) são frequentemente considerados objectos de informação.
Objectos de Aprendizagem	No modelo de Conteúdos para Actividades de Aprendizagem, um Objecto de Aprendizagem é uma colecção de Objectos de Informação que são agrupados para o ensino de um objectivo de aprendizagem individual.
Componente de Aprendizagem	Um componente de Aprendizagem é um termo genérico para algo como lições e cursos que tipicamente têm múltiplos objectivos de aprendizagem e são compostos por múltiplos objectos de aprendizagem.
Contexto de Aprendizagem	Contexto ou Ambiente de Aprendizagem é um estádio englobante por combinação de conteúdos e tecnologia, com que o aprendente interage. Assim, um curso escrito num sistema de gestão de cursos é um componente de aprendizagem, mas o desenvolvimento do curso num Sistema de Gestão de Cursos <i>online</i> de uma instituição particular ( com uma particular política de matrícula ou registo, centro de ajuda, sistema de reservas de biblioteca, etc.) é um ambiente de aprendizagem.

O conceito de “Objectivo de Aprendizagem”, que é utilizado na definição do “Objecto de Aprendizagem”, é um conceito já estabilizado no *design* instrucional e deriva de trabalhos de Robert Frank Mager (Mager, 1997), Robert Gagne (Gagne, 1985), Walter Dick e Lou Carey (Dick & Carey, 1996), entre outros, citados por Robson (Robson, 2004) – é um passo para atingir um Objectivo de Aprendizagem que se pode verificar ou medir; diz ao aprendente o que é esperado fazer ou aprender e com que nível de consecução verificado é aceitável. E diz respeito tanto ao domínio psicomotor como afectivo ou cognitivo, seja a nível do conhecimento, da compreensão, síntese ou avaliação, segundo a taxonomia de Bloom (Bloom, 1956), citado por (Robson, 2004).

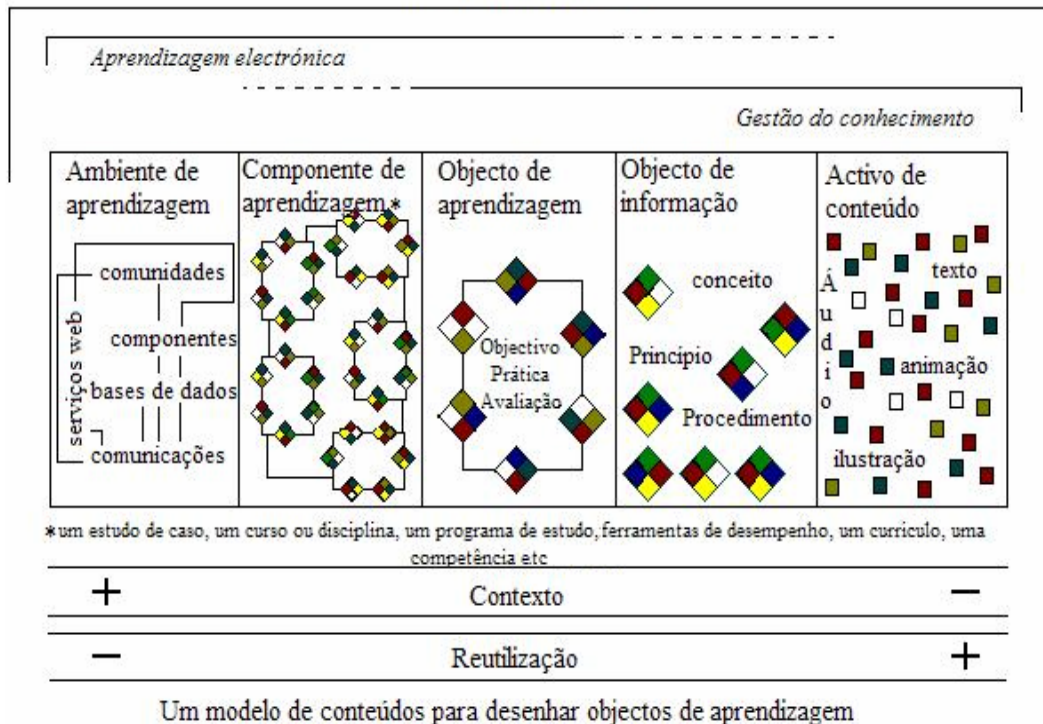
O modelo foi buscar contribuições de Clark (Clark, 1998) e Barrit & Lewis (Barrit & Lewis, 2000) e tem grande aceitação nas comunidades de educação e de formação (Robson, 2004).

Wagner (Wagner, 2002) ilustra o modelo de conteúdos com a estrutura da **Figura 11**.

<sup>28</sup> Intersecção de aprendizagem, produtividade e criatividade.

<sup>29</sup> *Applet* é um programa escrito na linguagem de programação Java que pode ser incluído numa página HTML.

## Ecosistema de conteúdos



**Fig. 11: Gráfico do Modelo de Conteúdos** (adaptado de Wagner, 2002).

Lendo o modelo, seguindo o esquema na construção de ambientes de aprendizagem, temos, inicialmente - rectângulo da direita - e ao nível da gestão do conhecimento, activos de conteúdos (texto, ilustrações, animações, áudio, etc.), com pouco ou nenhum contexto e com elevada reutilização. No segundo rectângulo, o contexto aumenta, diminuindo a reutilização, quando agrupamos activos para constituir objectos de informação (conceitos, princípios, procedimentos, etc.). Quando agrupamos objectos de informação para chegar aos objectos de aprendizagem, ligados a objectivos, práticas ou avaliações, o contexto aumenta ainda mais, contrariamente à reutilização - que vai diminuindo; os produtos, a partir daqui, passam a pertencer ao domínio do *eLearning*. No terceiro passo, surgem os componentes de aprendizagem (caso de estudo, um curso ou disciplina, um programa de estudos, ferramentas de desempenho, um currículo, uma competência, etc.) e, finalmente, o ambiente de aprendizagem, com as facilidades associadas. Neste ponto, o contexto é máximo e a reutilização é muito baixa.

- 4 - O modelo da Estrutura de Aprendizagem do Exército dos Estados Unidos (*Army Learning Structure Model*) (ADL, 2004) é mostrado na **Tabela 6**.

**Tabela 6: Army Learning Structure Model**

Granularidade	Descrição
<i>Media</i>	Documentos <i>Word</i> , <i>Slides</i> ou Apresentações <i>Powerpoint</i> , Imagens, trechos áudio, etc. usados para apoiar processos de formação.
<i>Learning Steps</i>	Actividades que procuram levar os alunos a atingir objectivos de aprendizagem parciais, quando determinado objectivo pode ser dividido em partes. Neste caso, é possível estabelecer uma relação hierárquica entre as etapas e o percurso orientado.
<i>Learning Objective</i>	Define claramente e de forma concisa o desempenho requerido ao aluno para demonstrar a competência no assunto ensinado. O desenvolvimento da formação é focado nas necessidades de aprendizagem do aluno.
<i>Lesson</i>	É um bloco básico na construção de toda a formação. É o nível em que a formação é desenhada ao pormenor. A lição é estruturada para facilitar a aprendizagem
<i>Module</i>	É um grupo de lições de um curso aprovado. Pode incluir qualquer peça dos níveis anteriores.
<i>Course</i>	É uma série completa de unidades instrucionais que podem consistir em jogos dos componentes dos níveis anteriores, sob um número ou título comum.

7 - O modelo da U.S. *Air Force* (ADL, 2004) é mostrado na **Tabela 7**.

**Tabela 7: Modelo da U.S. Air Force**

Granularidade	Descrição
<i>Learning Objective</i> (0)	Define o desempenho esperado do aluno. É a base para classificar o aluno.
<i>Lesson</i> (1)	É a mais pequena unidade de ensino que cobre apenas um tema. É uma agregação de tópicos relacionados. Descreve que actividades ou passos são exigidos para atingir um objectivo.
<i>Block/Module</i> (2)	É uma série de lições que cobrem um tema geral. É uma unidade de ensino de uma disciplina, consistindo em uma ou mais lições interligadas por um tema. Um Bloco está associado à formação e um Módulo está associado à educação.
Disciplina ou Curso (3)	É uma série completa e organizada de elementos educacionais (com qualquer combinação dos elementos anteriores) identificada por um título, número ou versão.

Dada alguma similaridade encontrada nestes modelos, vamos indicar, na **Tabela 8**, de forma reduzida, outros exemplos, apenas para comparação (ADL, 2004).

**Tabela 8: Comparação de alguns modelos**

Macromedia	Oracle	Corps Canadian Armed	US Marine
Knowledge Object			Learning Step
Assignable Unit (AU)	Activity	Teaching Point	Learning Objective
Collection of the AUs	Topic	Enabling Object	Task
Multiple Collection of the AUs	Topic Group	Performance Objective	Lesson
Block			Phase
Course	Course	Course	Course

Quanto ao aspecto da granularidade, constata-se que há pequenas diferenças entre os modelos até aqui apresentados. No entanto, Wiley (Wiley, 2001) põe em causa tanto a definição como a medida da granularidade de um objecto de aprendizagem. Quanto à definição mostrada anteriormente, considera-a uma “definição simples”, contra a que ele propõe e a que chama “definição forte”; “definição simples”, porque ela foca o estado da combinação de elementos dentro da camada de *design* singular de um objecto de aprendizagem, enquanto a definição de Wiley considera a relação entre a medida relativa de um objecto de aprendizagem e a relativa complexidade do conteúdo associado ao objecto. Esta, na sua perspectiva, mostra o grau em que os elementos do conteúdo são combinados dentro dos objectos de aprendizagem.

Esta definição originou uma “*Framework*” que pretende aproximar todas as definições de granularidade. Partindo da lista de camadas (*layers*) para o *design* educacional de Gibbons e outros -

*Model* (Modelo)

*Problem* (Problema)

*Strategy* (Estratégia)

*Message* (Mensagem)

*Representation* (Representação)

*Media-Logic* (Media-Lógica)

- Wiley propõe que cada camada seja expressa, independentemente das outras, na maior extensão possível. A granularidade do objecto de aprendizagem, assim, considera o estado da combinação dos elementos de conteúdo em cada uma das camadas da “*Framework*”. A granularidade do objecto de aprendizagem é determinada a partir dos elementos das camadas - quanto maior o número, maior é a medida do grão do objecto. Esta “*framework*” tem a vantagem de permitir investigar a estrutura de um objecto de aprendizagem.

Na secção seguinte, vamos relacionar a reutilização com a granularidade e a decomponibilidade de recursos digitais de aprendizagem.

### **7.1.2 – Decomponibilidade<sup>30</sup> e Reutilização**

Da secção anterior podemos concluir que a reutilização depende muito do nível da granularidade do recurso e da sua inerente capacidade de ser decomposto em peças mais granulares. Daí resulta que a expectativa de reutilização é diferente para cada nível de granularidade. Assim, prática muito aceite, a reutilização refere-se mais a partes de um recurso do que ao recurso inteiro (Robson, 2004).

---

<sup>30</sup> Partição de um recurso digital de aprendizagem em peças granulares.

Na **Tabela 9**, Robson mostra como se pode processar a reutilização de recursos de aprendizagem face à sua granularidade e à sua decomponibilidade.

**Tabela 9: Reutilização face à Granularidade e à Decomponibilidade**

Granularidade	Decomponibilidade	Reutilização
Activos de Conteúdos ( <i>Contents Assets</i> )	Não	Os Activos de Conteúdos são reutilizados como estão, com possibilidade de modificações na apresentação e estilo
Objectos de Informação	Sim, em activos de conteúdos	Os Objectos de Informação são normalmente reutilizados como unidades independentes. Por vezes, os activos de conteúdos são extraídos e reutilizados também.
Objectos de Aprendizagem	Decomposição em activos de conteúdos e objectos de Informação	Objectos de Aprendizagem são destinados a ser reutilizados como unidades independentes. Às vezes, objectos de informação ou activos de conteúdos são extraídos dos objectos de aprendizagem.
Componentes de Aprendizagem	Decomposição em objectos de Aprendizagem	Componentes de Aprendizagem podem ser reutilizados na sua totalidade, mas é suposto que na reutilização de componentes de aprendizagem usem somente parte deles, normalmente objectos de aprendizagem.
Ambientes de Aprendizagem	Decomposição em conteúdos, tecnologia e processos que suportam a aprendizagem.	Componentes de Ambientes de Aprendizagem podem ser reutilizados, mas ambientes de aprendizagem não são objectos reutilizáveis, no sentido discutido aqui.

De seguida, iremos ver a relação entre as normas de compatibilidade e a granularidade.

### 7.1.3 – Granularidade e Normas

Nesta secção, apresentaremos a forma como as normas tecnológicas de compatibilidade mais utilizadas se articulam com a granularidade.

Para compatibilizar o Modelo de Conteúdos segundo a norma IEEE LOM, os dois primeiros níveis do Modelo de Conteúdos, Activos e Objectos de Informação, correspondem ao nível de agregação “1” do IEEE LOM; os Objectos de Aprendizagem correspondem ao nível de agregação “2”; os Componentes de Aprendizagem, ao nível de agregação “3”; e os Ambientes de Aprendizagem, ao nível de agregação “3” ou “4” (Robson, 2004).

Relacionando, agora, o modelo de Conteúdos com o modelo de Agregação que advém da norma SCORM, verifica-se que:

- Os activos do SCORM equivalem aos activos de conteúdos e objectos de informação no modelo de Conteúdos;
- Os SCOs SCORM são Objectos de Aprendizagem independentes ou Componentes de Aprendizagem no Modelo de Conteúdos, embora tenham associados os requisitos técnicos adicionais necessários para a interoperabilidade.

- Um Agregado de Conteúdos SCORM tanto poderá ser um Objecto de Aprendizagem como um Componente de Aprendizagem, no modelo de Conteúdos, embora tenha associada informação sobre as condições de disponibilização e metadados sobre a agregação. O SCORM usa uma especificação técnica desenvolvida pelo IMS para definir o formato para agregação de conteúdos (Robson, 2004).

De referir que a informação adicional associada aos SCOs, para garantir a interoperabilidade, comunica com as LMS através do *software SCORM Run-Time Environment* (SCORM, 2004).

De forma resumida, podemos comparar, na **Tabela 10**, as diferentes normas quanto aos níveis de granularidade apresentados.

**Tabela 10: Comparação Normas/Granularidade**

Nível de Agregação	Modelo Conteúdos	IEEE LOM	SCORM
1	Contents Assets	Fragmentos	Contents Assets ( Activos)
2	Objectos de Informação		
3	Objectos de Aprendizagem	Lição	SCOs (+ requisitos para a interoperabilidade)
		Disciplina	
4	Componentes de Aprendizagem	Cursos ou Conjunto de Cursos	Agregação (SCOs e/ou Assets + Inf)
5	Ambiente de Aprendizagem.		

Neste sub-capítulo, abordámos questões sobre a granularidade, segundo diversas perspectivas, e as relações quer entre elas quer entre elas e as normas de compatibilidade mais utilizadas. De seguida, iremos analisar a problemática da interoperabilidade.

## 7.2 – Interoperabilidade

### 7.2.1 – Conceitos e Definições

Conforme já mencionado anteriormente, a interoperabilidade dos recursos digitais de aprendizagem é uma das características mais importantes, quando pensamos na sua utilização e posterior reutilização.

De uma perspectiva da interoperabilidade, é importante ter uma definição normalizada dos componentes e da arquitectura dos sistemas de aprendizagem, bem como das interfaces entre eles (Robson, 2000).

A **Interoperabilidade**, no contexto do nosso trabalho e segundo a definição retirada do Dicionário de Computação da Norma IEEE (*IEEE Standard Computing Dictionary*), é a capacidade

de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informação e usarem essa informação que foi trocada (Robson, 2004).

Robby Robson analisou os glossários sobre recursos de diversas entidades de renome e estilizou a seguinte definição para a interoperabilidade de recursos de aprendizagem digital: “A medida em que um recurso de aprendizagem digital será *“plug and play”* em diferentes plataformas. Interoperabilidade também se refere à facilidade com que dois componentes de *software* podem trocar e interpretar correctamente cada dado do outro”. Dito de outra maneira, a interoperabilidade é o grau em que o recurso pode ser utilizado correctamente em múltiplos sistemas e pode ser usado, com sucesso, no maior número possível de sistemas informáticos e ambientes de aprendizagem. Obviamente, inclui a facilidade com que um autor ou produtor de conteúdo pode modificar um recurso para adaptação (Robson, 2004).

Um ensino eficaz requer cuidada organização e preparação para o desenvolvimento de um curso e integração de tarefas que reforcem conceitos importantes (Grissom, 1999). O custo de construção de materiais educacionais, particularmente materiais suportados por tecnologia, como o *software*, é alto (Suthers, 2002). Acresce que a personalização de materiais educacionais aumenta o seu custo. Por isso, um recurso digital é, de uma maneira geral, um produto caro. (Sloep, 2003). Se os conteúdos puderem ser desenvolvidos uma vez e usados muitas vezes, o seu valor vai sendo aumentado e isto é um incentivo para o desenvolvimento de materiais de aprendizagem eficazes e de qualidade profissional. Estes factos têm pressionado o alargamento do mercado de conteúdos (Robson, 2000).

Por outro lado, o uso em quantidade, aumentando o número de utilizadores, é uma forma de diluir o seu custo (Sloep, 2003). A existência de bibliotecas de conteúdos que possam ser facilmente reutilizados ou alterados, para diferentes cursos e em diferentes plataformas, é uma estratégia que deverá ser adoptada, por todas as razões apontadas.

Para além dos conteúdos, há outra vertente que está a ser desenvolvida na área do *eLearning*, a descrição do perfil dos alunos. Ela envolve, não só a informação pessoal sobre os alunos, mas também a referência às suas competências antes e depois de uma experiência de aprendizagem. O passado, o contexto e os objectivos do aluno podem e devem influenciar a escolha e o método da experiência de aprendizagem. Identificar o aluno, num cenário académico ou empresarial, também carece de interoperabilidade com sistemas de informação que possam trabalhar com dados e registos do estudante ou do empregado.

Pelo exposto, a interoperabilidade entre conteúdos e plataformas é de importância crucial. Nesse sentido, as normas, bem como especificações e eventuais recomendações, desempenham um papel fundamental. Dessas foram apresentadas, nos capítulos anteriores, as mais utilizadas:

- *The World Wide Web Consortium (W3C)*
- *The IMS Global Learning Consortium (IMS)*
- *The Aviation Industry CBT Committee (AICC)*
- *The IEEE Learning Technology Standards Committee (IEEE LTSC)*
- *The Advanced Distributed Learning Initiative (ADL)*

Os metadados podem, em muitas situações, fazer o papel de normas para a interoperabilidade e, neste caso, os metadados de diferentes recursos digitais deverão ser interoperáveis. Descrições de assuntos de disciplinas, com vista a atingir determinado nível, avaliação de estudantes e outros dados educacionais relevantes associados a um recurso de aprendizagem também podem servir como normas de interoperabilidade, desde que eles possam, potencialmente, assistir uma colecção de recursos dentro de uma unidade coesa, seja uma lição ou uma disciplina (Robson, 2000).

### **7.2.2 – Interoperabilidade de Conteúdos**

Para que seja possível reutilizar um recurso digital de aprendizagem, é necessário que seja possível ele ser utilizado em tantos ambientes informáticos relevantes quanto possível (Robson, 2004).

Há, no entanto, problemas específicos:

- 1 – Como ficheiros de computador, dependem de um *hardware* particular e do ambiente de *software*.
- 2 – Como material com alguma intenção pedagógica, estão associados com métricas, com objectivos de aprendizagem, níveis de leitura e métodos de avaliação do desempenho de alunos. O senso-comum é que o recurso deveria ser acompanhado por um registo de metadados, que numa forma mínima conteria a informação tipicamente encontrada na descrição de um livro ou artigo de jornal como “Título”, “Autor”, “Tema”, e um único identificador. Mas um registo mais completo descreverá o contexto técnico e educacional requerido para activar um objecto de aprendizagem e ligá-lo com outros para criar uma experiência educacional rica para uma audiência apropriada (Godby, 2004).

Daí resulta que possam surgir questões críticas que têm impacto na reutilização - que devem ser salientadas - e que dizem respeito à interoperabilidade:

- *Software* que trabalha diferentemente (ou não funciona) em diferentes plataformas;
- Conteúdos da *Web* que se comportam diferentemente em diferentes *browsers* e sistemas operativos;
- Aplicações *Java* que se comportam diferentemente em plataformas diferentes;



- *Plug-ins* especializados que estão disponíveis para um número limitado de plataformas.

Estas questões são inevitáveis, desde que os recursos de aprendizagem digital são disponibilizados por computadores; no entanto, actualmente, já é possível chegar a um grau razoável de interoperabilidade entre plataformas. Ferramentas de autor, de conteúdos *Web*, podem ser configuradas para produzirem documentos HTML que correm razoavelmente bem na maior parte dos *browsers*. Muitos aplicativos trabalham perfeitamente bem em diferentes plataformas: processadores de texto, folhas de cálculo e editores de imagem têm versões que funcionam bem numa variedade de plataformas sem perder muita da sua funcionalidade. Outros formatos tais como o *Flash*, o PDF ou o *QuickTime*<sup>TM</sup> podem ser interpretados usando *plug-ins* grátis que se instalam quando necessários através da *Internet* (Robson, 2004).

A norma *IEEE Learning Object Metadata* foi designada para facilitar a pesquisa, avaliação, aquisição e o uso de objectos de aprendizagem por alunos, professores e processos de *software* automáticos (Godby, 2004). Espera-se que seja um elo de compatibilidade entre conteúdos.

Porém, porque as entidades escolhem conjuntos particulares de metadados LOM para os seus conteúdos, nem sempre a interoperabilidade total entre eles é conseguida. Verifica-se que a perspectiva para a interoperabilidade entre perfis de aplicação LOM é maior entre perfis da mesma região do que entre perfis de regiões diferentes. Se os recursos são construídos para serem partilhados entre projectos arbitrários sem olhar à localização geográfica, é necessário uma coordenação adicional para chegar e assegurar a compatibilidade (Godby, 2004). A formação de comunidades para intercâmbio ou partilha de conteúdos de eAprendizagem deverá privilegiar uma negociação prévia quanto ao conjunto de metadados a empregar (Duncan, 2002). A interoperabilidade é assegurada, se os elementos LOM usados forem os mesmos, apesar de poderem surgir problemas, se o mesmo elemento tiver significados diferentes para diferentes entidades. Tal é passível de ocorrer, na classificação LOM, nos elementos dedicados aos aspectos pedagógicos ou no posicionamento na hierarquia do conhecimento. Embora a solidez possa ser reforçada por ferramentas de edição de registos que implementem os perfis e os vocabulários controlados recomendados, tais ferramentas ainda não estão disponíveis em grande escala.

Perfis de aplicação perfeitamente de acordo com as normas LOM são o *SCORM Content Aggregation* e o *SCORM Sharable Content Object*.

Outros perfis de aplicação compatíveis estão dentro da mesma região geográfica (continental) ou dentro da mesma empresa, sendo a língua inglesa o factor aglutinador.

Perfis de aplicação menos compatíveis são aqueles de âmbito particular, local ou regional para o exterior (Godby, 2004). A perspectiva para a interoperabilidade é muito grande no âmbito local e vai degradando em função do afastamento.

Estas observações implicam que é prematuro avaliar a perspectiva da interoperabilidade de registos LOM, especialmente daqueles criados por instituições geográfica e culturalmente distantes. De facto, estudos da interoperabilidade para registos descrevendo e compreendendo melhor os recursos estão somente agora a começar a aparecer na literatura de investigação.

No futuro, colecções de metadados de Objectos de Aprendizagem devem interoperar, não apenas com outros, mas com outros repositórios desenvolvidos por bibliotecas e património de instituições culturais (Godby, 2004).

Um factor não menos importante para a interoperabilidade é a interoperabilidade entre **Colecções de Recursos**, aqui considerados recursos de aprendizagem. Uma colecção, no contexto deste trabalho, é uma entidade que fornece e mantém acesso a um conjunto de recursos de aprendizagem digitais organizados em torno de algum tema. O termo colecção pode referir-se a uma organização ou a um conjunto de recursos. As colecções normalmente fornecem serviços adicionais aos seus utilizadores, e.g., pesquisa, descoberta, catalogação, validação ou revisões. Os objectos numa colecção são frequentemente registos de metadados referenciando recursos de aprendizagem digitais, mas algumas colecções mantêm alguns ou todos os seus recursos nos seus próprios servidores.

Metadados normalizados, protocolos de recolha e pesquisa e protocolos de recuperação desempenham um importante papel na interoperabilidade de colecções (Robson, 2004).

Muitos conteúdos são desenvolvidos especialmente para situações particulares com características muito próprias e, normalmente, para funcionar numa única plataforma - basta verificar os requisitos para o *CHIME*, *WebEQ* e *TI-Navigator*. A acrescentar a isso, o código fonte desses conteúdos de aprendizagem não é disponibilizado. Este *software* especializado, com carácter proprietário, apresenta muitas dificuldades em migrar para outras plataformas. Estarão subordinados apenas a um tipo de ferramentas, não normalizadas, dentro de um grupo específico. A reutilização e a possível interoperabilidade deste *software* estarão à partida comprometidas fora do grupo em questão, embora isso seja possível dentro do grupo fechado (Robson, 2004).

No entanto, muito *software* para a aprendizagem é desenvolvido e disponibilizado para que outros o possam utilizar e, até, em muitas situações, alterar e adaptar às próprias situações contextuais (**Open Source**)<sup>31</sup>. Nestas situações, há um conjunto de requisitos gerais que facilitam a interoperabilidade e partilha. Estes requisitos são indicados por Frank Wattenberg, citado por Robson (Robson, 2004).

---

<sup>31</sup> *Open Source* é o acesso livre a software que deve respeitar um conjunto de critérios: acesso ao código-fonte, modificação e redistribuição livre, protecção à integridade do código-fonte do autor, não discriminação de pessoas/grupos/área, não ser específico de um produto, ser tecnologia neutra, não condicionar regras de outro *software*.

A interoperabilidade de conteúdos pode ser dificultada, quando os conteúdos são partilhados entre plataformas de tipos diferentes: CMS, LCMS ou LMS.

Como foi dito atrás, Sistemas de Gestão de Cursos (Módulos ou Disciplinas) e Sistemas de Gestão de Aprendizagem são cada vez mais utilizados na educação regular e na formação ao longo da vida. Estas novas tecnologias fornecem os meios para integrar o ensino e a aprendizagem em múltiplos aspectos da vida das pessoas (Hummel, 2004).

O desenvolvimento de plataformas (CMS, LMS ou LCMS) e de conteúdos, está a sofrer um grande aumento, sendo que actualmente já coexistem em número significativo.

Professores e instituições escolhem os seus próprios produtos, materiais educacionais e plataformas (Hummel, 2004). Porém, a questão da interoperabilidade acarreta algumas dificuldades aos autores, *designers*, programadores e utilizadores de conteúdos.

Relativamente ao assunto, Robson (Robson, 2004) aponta duas questões essenciais:

1 – Os conteúdos gozam da **Portabilidade**<sup>32</sup> entre sistemas diferentes de gestão de conteúdos e de aprendizagem?

2 – Quando se produz um conteúdo, ele será independente do tipo de plataforma?

Para sistemas de gestão de aprendizagem, devem ser considerados todos os sistemas que lidam com recursos de aprendizagem (CMS, LMS, LCMS e os seus Repositórios) e, além disso, a portabilidade dos conteúdos deverá ser independente do tipo de plataforma.

A interoperabilidade de conteúdos entre Ferramentas de Autor também deve ser equacionada. As ferramentas de autor são aplicações desenvolvidas especificamente para a produção de recursos digitais de aprendizagem. Embora estejam disponíveis já diversas ferramentas deste tipo, os modernos CMS e LCMS vêm já equipados com acessórios que permitem produzir, armazenar, alterar, organizar e reorganizar conteúdos.

As ferramentas genéricas do tipo *Word*, *PowerPoint*, *Macromédia*, *Dreamweaver*, *Authornware*, *Fireworks*, *Director*, *Adobe*, *Photoshop*, *Illustrator* e *PageMaker* não apresentam, à primeira vista, problemas de interoperabilidade.

Outras ferramentas, umas mais específicas para a produção de conteúdos de aprendizagem - nomeadamente *DazzerMax*, *Elicitus*, *IBT Web Authoring*, *Lectora*, *Publisher*, *ReadyGo* - e outras, para a produção de testes - como *HotPotatoes* e *Questionark Perception* - ou ainda outras para simulações - como o *RoboDemo* e o *Viewlet Builder* - podem enfrentar alguns percalços.

Para garantir a interoperabilidade entre ferramentas de autor, é necessário que os conteúdos sejam produzidos em formato normalizado e que elas sejam capazes de os importar e publicar nesse

---

<sup>32</sup> Poderem migrar entre os sistemas sem perder qualquer das suas características.

formato. Este requisito é independente do formato que é usado para armazenar os conteúdos internamente (Robson, 2004).

### 7.2.3 – Interoperabilidade para Ambientes de Aprendizagem

A interoperabilidade entre **Ambientes de Aprendizagem** não é menos importante do que a de conteúdos.

Um **Ambiente de Aprendizagem** é um estágio abrangente para a combinação de conteúdos e tecnologia com que o aluno interage. Assim, um curso escrito num sistema de gestão de curso é um componente de aprendizagem, mas um desdobramento do curso num sistema de gestão de curso numa instituição particular (com uma política particular de matrículas, centro de ajuda, sistema de reserva de livros, etc.) usado pelos alunos é um ambiente de aprendizagem (Robson, 2004).

A interoperabilidade entre ambientes de aprendizagem é a capacidade de dois ou mais ambientes ou componentes trocarem informação e usarem essa informação que foi trocada, segundo definição adaptada da definição da interoperabilidade do Dicionário de Computação da Norma IEEE (*IEEE Standard Computing Dictionary*) (LTSC, 2002). Isto significa que qualquer informação, conteúdo, informação de alunos, avaliação, informação de gestão, etc., pode migrar entre ambientes sem perder qualquer das suas características.

Os ambientes de aprendizagem podem estar embebidos naquilo que é chamado “*software* de empresa” (“*enterprise software*”), i.e., *software* que apoia operações de uma escola, colégio, agência governamental, hospital ou corporação. No mundo académico, o *software* de empresa inclui bases de dados, servidores *Web* e servidores de ficheiros, sistemas de informação de estudantes, sistemas de gestão financeira, sistemas de recursos humanos, sistemas de gestão de serviços, sistemas de informação de bibliotecas e, mais recentemente, sistemas de gestão de cursos.

Entre os mais importantes sistemas de empresa nas organizações educacionais, estão aqueles que gerem os processos de aprendizagem. Numa interpretação estreita, estes incluem sistemas de informação dos estudantes e sistemas de gestão de cursos (CMS). Numa interpretação mais larga, estes também incluem sistemas de bibliotecas, bibliotecas digitais, sistemas de gestão de conteúdos e de conhecimento, portais, ambientes de desenvolvimento de conteúdos *Web*, autenticação e serviços administrativos e outras tecnologias.

A interoperabilidade entre estes sistemas não está muito desenvolvida. Um contrato único tem sido conseguido por muitas instituições, mas a troca de dados entre sistemas de gestão de cursos e sistemas de gestão de alunos é frequentemente gerido numa base de dados própria; a interoperabilidade efectiva entre componentes de ambientes de aprendizagem ainda está longe de

ser conseguida. O *IMS Global Learning Consortium*, a *Open Knowledge Initiative* (OKI), a *Schools Interoperability Framework* (SIF), e outras organizações estão a criar normas, mas é ainda cedo no ciclo de adopção (Robson, 2004). Um passo importante é que, actualmente, as plataformas de *eLearning* principais convergem em direcção à normalização (Simões, 2004).

Foi precisamente para responder a estas questões que surgiram as normas, especificações e recomendações produzidas pelos IMS e SCORM, referidos anteriormente. Espera-se que os sistemas que usem as mesmas normas respondam da mesma maneira a conteúdos compatíveis. A meta a atingir é a interoperabilidade de todos os tipos de conteúdos.

### 7.3 – Interoperabilidade, Granularidade e Normas

A interoperabilidade, como já vimos, é a capacidade de um recurso digital poder funcionar bem em múltiplos sistemas. Tem-se constatado que a interoperabilidade de um recurso de aprendizagem digital depende da granularidade do recurso em questão (Robson, 2004).

A interoperabilidade de um ficheiro *media*, sem tratamento (em bruto), significa a habilidade de outros o abrirem, a possibilidade de o editar e de o projectar (“passar”). A interoperabilidade para um curso refere-se à possibilidade de o “correr” numa variedade de ambientes de aprendizagem, bem como a possibilidade de um instrutor o modificar ou de seleccionar partes dos conteúdos para reutilização.

A **Tabela 11** mostra como a granularidade e normas associadas podem afectar a interoperabilidade (Robson, 2004).

Como sobressai da tabela, e foi já dito atrás, conforme o nível da granularidade diminui (com o aumento do nível de agregação), a interoperabilidade é assegurada pelas normas e especificações. E a maior importância é dada aos SCORM e IMS quando a interoperabilidade de objectos de aprendizagem está envolvida.

Como também foi dito, o SCORM surgiu pela necessidade de tornar mais fácil a interoperabilidade, a acessibilidade e a reutilização de conteúdos de aprendizagem baseados na *Web*. Com ele, é possível aos sistemas LMS diferentes encontrar, importar, partilhar, utilizar, exportar e reutilizar conteúdos de aprendizagem de uma forma normalizada (Simões, 2004).

O modelo SCORM da ADL é provavelmente o mais importante passo em direcção ao desenvolvimento de sistemas de *eLearning* interoperáveis, por fornecer os meios para resolver as questões de incompatibilidade colocadas pela implementação proprietária, através de descrições de normas exclusivas de objectos de conteúdo de aprendizagem, materiais relacionados e funcionalidades (Arapí, 2003).

**Tabela 11: Interoperabilidade em função da Granularidade e Normas**

Granularidade	Normas	Características e Produtos Dominantes
Activo de Conteúdos	<i>Text</i> e HTML puro são formatos normalizados para activos de conteúdos, embora o HTML produzido por muitas ferramentas de autor não esteja em conformidade com normas. O XHTML é uma melhoria. A Interoperabilidade é melhorada associando metadados apropriados a um activo de conteúdo ( <i>content asset</i> ).	Os activos de conteúdos são normalmente editados e visualizados usando <i>suites</i> <sup>33</sup> de autor comuns, <i>plug-ins</i> e <i>browsers</i> . Para uso mais alargado, o melhor é quando nenhum <i>plug-in</i> é necessário, ou então, um <i>plug-in</i> muito usado, livremente disponibilizado e automaticamente descarregado, ex. <i>Flash</i> ™ ou <i>Acrobat Reader</i> ™. Produtos, <i>plug-ins</i> e formatos podem ser específicos de uma comunidade, como aqueles necessários para produzir e visualizar MathML
Objecto de Informação	Os Objectos de Informação são similares aos activos de conteúdos. Relativamente aos <i>applets</i> produzidos em <i>Java</i> ™, embora considerada um formato normalizado, esta linguagem tem muitos problemas com as versões e plataformas. Há especificações e normas dedicadas às questões de testes e avaliação.	Os objectos de informação são semelhantes aos activos de conteúdos, pois geralmente requerem uma aplicação simples para editar e um simples <i>plug-in</i> ou aplicação para visualizar. Os produtos envolvidos não são usualmente específicos para aprendizagem, embora seja possível usar ferramentas de autor específicas de ensino para produzir objectos de informação. Há uma procura de produtos, cujas saídas podem ser editadas por ferramentas geralmente mais disponíveis.

<sup>33</sup> Ambientes de Autoria constituídos por múltiplas ferramentas de autor (produção, edição, recolha, testes, etc.).

**Tabela 11: Interoperabilidade em função da Granularidade e Normas (cont.)**

<b>Granularidade</b>	<b>Normas</b>	<b>Características e Produtos Dominantes</b>
Objecto de Aprendizagem	Especificações SCORM e IMS são relevantes para objectos de aprendizagem. Objectos de aprendizagem cuja estrutura está expressa em XML, embora proprietários, podem normalmente ser transformados para uso em outros ambientes. Os metadados são sempre importantes.	Trabalhar com objectos de aprendizagem pode requerer o uso de ferramentas de autor e de edição, que são construídas para esse propósito. Assim, como com objectos de informação, a saída é crítica para a interoperabilidade. Pelo lado da disponibilização (entrega), os objectos de aprendizagem não precisam ser rebocados por tecnologias de servidor normalizadas. Mas se os dados são para ser trocados entre objectos de aprendizagem e entre sistemas que os disponibilizem, então produtos como sistemas de gestão de cursos e sistemas de gestão de aprendizagem devem ser usados para terem algum grau de interoperabilidade. Mecanismos de avaliação também são importantes para objectos de aprendizagem que incluem questionários.
Componente de aprendizagem	Os componentes de Aprendizagem são semelhantes aos objectos de aprendizagem	Os Componentes de aprendizagem são similares aos objectos de aprendizagem, embora possam ser considerados mais como tecnologia de gestão de um curso. Se um componente de aprendizagem (ex. um curso) puder correr apenas num sistema de gestão de curso particular, ele não será muito interoperável.
Ambiente de Aprendizagem	Normas relevantes para ambientes de aprendizagem são também relevantes para infra-estruturas de TI	Os Ambientes de aprendizagem devem integrar sistemas de registo, sistemas de informação de bibliotecas, sistemas de gestão de conhecimento e de conteúdos.

O *SCORM Content Packaging* é usado para representar estruturas de disciplinas e para partilhar, fisicamente, recursos de aprendizagem em vários níveis de agregação (diferentes granularidades) entre diferentes LMSs (Qu, 2002).

O SCORM fornece um significado para que os conteúdos de aprendizagem sejam interoperáveis entre múltiplos LMSs, independentemente das ferramentas usadas para os criar.

A funcionalidade *SCORM Content Aggregation Model* (CAM) especifica como o conteúdo será “embalado” para que possa ser importado por uma LMS, enquanto o *SCORM Run-Time Environment* (RTE) assegura a interoperabilidade entre SCOs e LMSs compatíveis, assegurando a ligação, a comunicação e a troca de informação. A comunicação entre um LMS compatível e um conteúdo SCORM é realizada através de uma API (ADL, 2004). Esta interface tem a possibilidade de esconder os detalhes de implementação dos conteúdos às LMSs e, assim, promover a reutilização e interoperabilidade dos recursos de aprendizagem encapsulados em forma de SCOs (ADL, 2004).

Para melhorar a reutilização, um SCO deverá ser independente do contexto de aprendizagem, i. é., um SCO pode ser reutilizado em diferentes experiências de aprendizagem para cumprir diferentes objectivos de aprendizagem (Rustici, 2004). E não podem existir relações de contexto entre diferentes SCOs, i.e., um SCO não pode ser iniciado a partir de outro (Qu, 2002). Por outro lado, poderão ser agregados mais do que um recurso SCO (e/ou recurso Activo) para formar uma unidade de instrução ou formação que satisfaça objectivos de aprendizagem de alto nível (ADL, 2004).

Um SCO representa o mais baixo nível de granularidade de um recurso de aprendizagem que é localizado por uma LMS usando o *SCORM RTE Data Model* (Qu, 2002). Um SCO comunica com uma LMS usando a norma *IEEE ECMA Script Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication*<sup>34</sup> (ADL, 2004).

Ao seguir os requisitos do SCORM RTE, o SCO permite um conjunto de vantagens para qualquer LMS que suporte o SCORM RTE (Rustici, 2004):

- Pode emitir SCOs e localizá-los, independentemente de quem os gera;
- Pode localizar qualquer SCO e saber quando foi iniciado e finalizado;
- Pode apresentar qualquer SCO sempre da mesma maneira.

A especificação *Content Packaging* define a organização e o comportamento dos recursos “empacotados” (Qu, 2002). Requer que todos os conteúdos sejam transferidos num pacote. Todos os conteúdos necessitam de ser empacotados da mesma maneira, de forma a facilitar a natural interoperabilidade entre sistemas (Rustici, 2004).

---

<sup>34</sup> Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/>



O propósito do *Content Package* é fornecer um meio normalizado de trocar conteúdos de aprendizagem entre diferentes sistemas e ferramentas, sejam LMSs, ferramentas de desenvolvimento (autor) ou repositórios de conteúdos. Ele facilita a pesquisa e descoberta de “pacotes” de conteúdos e dos seus recursos, bem como a reutilização de conteúdos compatíveis com o SCORM, permitindo a organização de conteúdos que se comportarão da mesma maneira em diferentes sistemas (Rustici, 2004). Como a organização, definida pelo *Content Packaging*, é autónoma, pode ser facilmente importada ou exportada, tanto parcial como totalmente, por outros LMSs, a fim de servir variados objectivos de aprendizagem. Este tipo de troca - importação, exportação, agregação e desagregação de “pacotes” de conteúdos de aprendizagem - torna possível a reutilização de conteúdos de aprendizagem a vários níveis de agregação (de diferentes granularidades) (Qu, 2002).

O *IMS Content Packaging Specification*, adoptado pelo SCORM, descreve estruturas de dados que são usadas para fornecer a interoperabilidade de conteúdos, baseados na *Internet*, com ferramentas de autor, LMSs e ambientes de execução. O objectivo do *IMS Content Packaging Specification* é definir um conjunto normalizado de estruturas que podem ser usadas na troca de conteúdos. O seu âmbito actua na definição de interoperabilidade entre sistemas que desejem importar, exportar, agregar e desagregar pacotes de conteúdos.

Quando se empacota uma colecção de cursos, tal como um pacote de conteúdos, tipicamente eles terão de ser desagregados, de forma a serem disponibilizados, a alunos, num sistema de execução LMS.

Em todo o processo de “empacotamento”, os metadados desempenham um papel preponderante para chegar à esperada interoperabilidade. Os metadados são um mecanismo para descrever qualquer conteúdo. Para o conteúdo SCORM não é diferente, mas, apesar de esta especificação ter adoptado um modelo de metadados muito rico (IEEE LOM), apenas um pequeno subconjunto de elementos de dados é necessário para conseguir uma compatibilidade SCORM (Rustici, 2004).

Os metadados são usados para descrever os conteúdos de uma forma consistente, de tal modo que possam ser identificados, categorizados, pesquisados e descobertos, dentro e entre sistemas, para facilitar posteriormente a partilha e a reutilização (ADL, 2004). Essa partilha e reutilização, ou dito de outra forma, essa interoperabilidade será tão efectiva, dentro de uma comunidade, quanto mais os intervenientes acordarem nos seguintes pontos: nos metadados comuns obrigatórios ou opcionais para diferentes níveis de granularidade (activos, SCOs e Agregações); na selecção, implementação e manutenção de vocabulários restritos; na forma como os metadados são incluídos no empacotamento de conteúdos.

Além disso, será essencial que eles estejam armazenados numa forma normalizada, questão que o *SCORM Content Packaging* resolve.

A partilha e a reutilização de conteúdos são fortemente influenciadas pelo uso de metadados. A versão, os campos, os vocabulários e a localização de metadados são todos factores que podem quebrar qualquer interoperabilidade potencial. Qualquer comunidade que espera partilhar recursos deverá chegar a um acordo quanto a linhas-guia para chegar a uma prática comum (Duncan, 2002).

Com base no trabalho desenvolvido e apresentado até este momento, iremos tratar mais profundamente da interoperabilidade entre repositórios e plataformas de Aprendizagem Electrónica (*eLearning*).

## 8 – Repositórios de Conteúdos

### 8.1 – Considerações gerais

A criação e manutenção de **Repositórios** de conteúdos de aprendizagem de qualidade é um desafio corrente na área da aprendizagem electrónica. Porém, são simultaneamente um factor crítico para o sucesso de todo o processo. Para o êxito da formação, muito contribui a qualidade dos conteúdos e a qualidade da sua apresentação. A criação e manutenção de repositórios justifica-se, porque, sendo os conteúdos produtos dispendiosos, eles deverão ser guardados em locais próprios, de fácil acesso para partilha e reutilização, com ou sem ajustes.

Sendo o *DSpace* uma tecnologia de gestão de repositórios (direccionada para a partilha de conteúdos científicos), embora não seja uma ferramenta em cuja génese esteja a gestão de conteúdos de aprendizagem, ele permite a salvaguarda de informação organizada; logo, também de conteúdos.

Uma vez que o *DSpace* é a tecnologia subjacente aos repositórios do trabalho científico existentes na Universidade do Minho (UM), torna-se pertinente o estudo da forma como as plataformas desses repositórios interagem com plataformas de aprendizagem LMS, particularmente com o *Easy Education*, a funcionar em fase experimental nesta Universidade.

Os repositórios em questão denominam-se *Repositorium* – alargado a toda a comunidade da UM - e *Papadocs* – no âmbito mais restrito do Departamento de Sistemas de Informação da mesma Universidade. O *Repositorium* gere trabalhos de professores e de alunos e o *Papadocs*, por enquanto, apenas trabalhos de alunos.

### 8.2 – DSpace

O *DSpace* é uma plataforma desenvolvida conjuntamente pela **Hewlett-Packard Labs** (HP) e o **Massachusetts Institute of Technology** (MIT). Permite recolher, preservar e disponibilizar documentos digitais.

O *DSpace* é um *software*, em *Open Source*, para gestão de **Activos Digitais**, que possibilita às instituições recolher e descrever trabalhos digitais utilizando um módulo de submissão. Distribui os trabalhos digitais (recursos) de uma instituição, pela *Web*, através de um sistema de pesquisa e recuperação. Armazena e preserva os recursos por um longo período de tempo. O *DSpace* no MIT é um **provedor de dados** registado no *Open Archives Initiative* (OAI)<sup>35</sup> (DSpace, 2005).

---

<sup>35</sup> Disponível em [www.openarchives.org/](http://www.openarchives.org/)

O **OAI** desenvolve e promove padrões de interoperabilidade, com a finalidade de facilitar a disseminação eficiente de recursos digitais. A iniciativa foi pensada para melhorar a disponibilidade da comunicação científica, facilitando o acesso a repositórios de artigos científicos. Os principais objectivos foram:

- 1 - Promover a consolidação mundial de repositórios científicos;
- 2 – Promover o acesso gratuito aos metadados;
- 3 – Estabelecer uma interface entre repositórios e provedores de serviços;
- 4 - Desenvolver um protocolo de fácil implementação e baseado em padrões já existentes (XML, HTTP, *Dublin Core*).

Todos estes requisitos levaram a que os principais padrões e ferramentas tecnológicas desenvolvidas fossem independentes do tipo de recursos (OAI, 2005).

O *DSpace* nasceu da parceria apresentada atrás, mas deve-se fundamentalmente ao esforço dos Serviços Bibliotecários do MIT. Notoriamente, é uma plataforma para serviços de bibliotecas, mais precisamente bibliotecas digitais. Assim, a vocação do *DSpace* é gerir repositórios institucionais de materiais digitais (Bibliotecas Digitais) sob múltiplas formas: texto, imagem, som, ou misturas destas. Artigos, *working papers*, *preprints*, relatórios técnicos, comunicações em conferências e outros são tipos de recursos que podem ser geridos e disponibilizados através desta tecnologia.

Um **Repositório** é definido como a combinação de tecnologia e serviços que admitem materiais digitais, assim como metadados sobre esses materiais digitais, para serem geridos, mantidos e disseminados (Robson, 2004). Um **Repositório Institucional**, no nosso contexto, é definido como um sistema de informação que serve para armazenar, preservar e difundir a produção intelectual de uma dada instituição, normalmente uma comunidade universitária. Pode ser criado e mantido de forma individualizada, ou por grupos de instituições que trabalhem numa base cooperativa (LusoDSpace, 2005).

Os formatos permitidos são listados na tabela do **Anexo X**; as indicações suportado, conhecido e não suportado, significam (Ferreira, 2003):

- **suportado**: o Repositório suporta integralmente o formato;
- **conhecido**: o Repositório reconhece o formato, mas não pode garantir o suporte integral;
- **não suportado**: o Repositório não conseguiu reconhecer o formato, mas este será guardado e disponibilizado tal como está;

Os grandes utilizadores deste *software* são as comunidades científicas das instituições académicas que aderiram ao *DSpace*.

O *DSpace* é um sistema *open source* distribuído publicamente de acordo com os termos da *BSD*<sup>36</sup> *open source license* (Berkeley, 2004).

Devido aos requisitos de *software* da plataforma, recomenda-se que esta funcione sobre o sistema operativo *Linux*, apoiado por outras aplicações e ferramentas, das quais se destacam o servidor de gestão de base de dados *PostgreSQL*<sup>37</sup>, um servidor *Web* em modo seguro, *Apache+SSL*<sup>38</sup>, um *servlet engine*, *Tomcat*<sup>39</sup> e um servidor de identificadores persistentes, *Handle Server*<sup>40</sup> (LusoDSpace, 2005). O *Jakarta Lucene* é o motor de pesquisa utilizado nas consultas.

O *DSpace* implementa o protocolo OAI-PMH<sup>41</sup> (*Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting*), o que possibilita a partilha de metadados com outros serviços congéneres. O protocolo OAI-PMH é uma interface que um servidor de rede pode utilizar para que os metadados de objectos residentes num repositório estejam disponíveis para aplicações externas que desejem aceder a esses recursos. É um mecanismo que permite a transferência de informação entre bibliotecas digitais.

O *DSpace*, com este protocolo, partilha informação sobre recursos com outros serviços, como nos casos do *OAIster*<sup>42</sup> e do *Google Scholar*<sup>43</sup>.

O *OAIster* é um serviço de busca desenvolvido na *University of Michigan Digital Library Production Service - USA*. O principal objectivo deste serviço é facilitar o acesso livre a recursos digitais académicos, residentes em repositórios de qualquer parte do mundo, anteriormente difíceis de aceder (UMDLPS, 2002). O seu grande poder deriva do facto de ser baseado no OAI-PMH e, por esta razão, poder estender as capacidades dos repositórios que contemplam o protocolo, dos quais fazem parte aqueles, de interesse particular para o nosso estudo, geridos pelo *DSpace*.

O *Google Scholar* é outro serviço que usa o protocolo OAI-PMH. Foi criado pelo conhecido Google e o seu objectivo é a descoberta de recursos de carácter científico oriundos de múltiplas fontes e disciplinas – artigos, resumos, teses, dissertações, relatórios técnicos e outros tipos de publicações científicas – de editores académicos, sociedades profissionais, repositórios de *preprints*, universidades e de outras organizações académicas. Os recursos descobertos são apresentados por ordem de importância e pela quantidade de vezes que foram citados {Google, 2006 #125}.

---

<sup>36</sup> *Berkeley Standard Distribution*, disponível em <http://www.opensource.org/licenses/bsdlicense.php>

<sup>37</sup> Disponível em [www.postgresql.org/](http://www.postgresql.org/).

<sup>38</sup> Disponível em <http://httpd.apache.org>

<sup>39</sup> Disponível em <http://jakarta.apache.org/tomcat/index.html>

<sup>40</sup> Disponível em <http://www.handle.net>

<sup>41</sup> Disponível em <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html>

<sup>42</sup> Disponível em <http://oaister.umd.umich.edu>

<sup>43</sup> Disponível em <http://scholar.google.com>

O *Google Scholar* fornece, assim, uma forma simples, gratuita, de pesquisa, em grande escala, de literatura académica.

De entre os serviços que implementam este protocolo, podemos destacar o CiteSeer (<http://citeseer.ist.psu.edu>), o Scirus (<http://www.scirus.com>), o ArXiv (<http://arxiv.org>) e o Scielo (<http://www.scielo.br>) (UMDLPS, 2002).

O *DSpace* está organizado segundo **Comunidades**, o que pressupõe interesses comuns (escolas, departamentos, centros e laboratórios de investigação, etc.) e, dentro das comunidades, em **Colecções**, com características específicas diferenciadas e que de alguma forma estão relacionadas com as comunidades. Cada colecção é composta por **Items** e cada *item* é um elemento atómico do arquivo. Por sua vez, o *item* é subdividido em *bundles* de **Bitstreams**. *Bitstreams* são sequências de *bits*, normalmente ficheiros. Cada *item* pode conter vários ficheiros e a esse conjunto de ficheiros dá-se o nome de **Bundle** (LusoDSpace, 2005).

Comunidades, colecções, *items* e *bitstreams* constituem o **Modelo de Dados** do *DSpace*.

Cada comunidade possui uma página própria com informação, notícias e apontadores que reflectem os seus interesses, bem como uma listagem das colecções.

As comunidades podem manter um número ilimitado de colecções no Repositório. As colecções podem ser organizadas em torno de um tópico, por tipo de documento ou informação (tal como artigos, relatórios, *datasets*, etc.) ou através de um **método de classificação** que cada comunidade considera útil para organizar os seus documentos digitais. Poderá, eventualmente, adoptar um dos **sistemas de classificação** anteriormente indicados (que podem ser consultados nos anexos correspondentes).

Para além da pesquisa, consulta e colocação de recursos, o *DSpace* permite a abertura e gestão de contas de utilizador, controlando os acessos através de *email* e *password*; gere um processo de revisão para responsáveis e processa um sistema de alertas por correio electrónico. Qualquer pessoa pode registar-se para consulta, mas para depositar conteúdos é necessária uma autorização da comunidade.

Cada comunidade deverá definir como, por quem, e com que restrições os materiais devem ser submetidos no repositório. Resultará desta definição a atribuição de papéis aos utilizadores – quem entrega, submete (*submitters*), quem revê (*reviewers*), quem edita metadados (*metadata editors*). Tal é denominado, no *DSpace*, por **Política de Acesso**.

As políticas de acesso são definidas no **Módulo de Autorizações** e por aí é condicionado o acesso a cada um dos **objectos** do modelo de dados (comunidades, colecções, *items* e *bitstreams*). As políticas de acesso podem ser referidas a utilizadores, a grupos de utilizadores ou a períodos de

tempo. O sistema mantém uma lista de políticas que se podem atribuir a cada objecto, cada uma com uma acção, e as pessoas que a podem executar (LusoDSpace, 2005).

Cada *item* depositado na respectiva colecção passa por um processo de **revisão, validação e aprovação**, antes de dar entrada no repositório. Cada utilizador com um papel definido neste processo é notificado e informado da evolução do processo e tem uma área pessoal no sistema para receber, acompanhar e executar as suas tarefas.

O processo que leva a inserir um *item* numa colecção chama-se *Workflow* (**fluxo de trabalho**). Pode ser realizado no máximo em três passos:

- 1 – Aceitar ou rejeitar um *item*;
- 2 – Editar os metadados fornecidos pelo autor do depósito. Aceitar ou rejeitar o *item*;
- 3 – Editar os metadados e aceitar o *item*.

Cada passo tem associado um responsável (ou grupo) pela sua execução. Esse responsável é definido na política da colecção. Havendo lugar à rejeição de algum *item*, o responsável pode alertar o autor por *email* (feito de forma automática) indicando a razão. Como resposta, o autor, a partir da sua área pessoal no *DSpace*, pode fazer as correcções indicadas ao *item* e iniciar um novo fluxo de trabalho.

São suprimidos os passos em que não foi definido responsável. No limite, não havendo responsáveis em qualquer passo, o *item* é inserido directamente (LusoDSpace, 2005).

Do exposto advém que as colecções podem ter políticas e fluxo de trabalhos diferentes.

O *DSpace* utiliza a tecnologia *Web*. Pode ser acedido à distância para pesquisa, consulta e colocação de materiais, através de uma interface personalizável.

A Biblioteca da Universidade do Minho possui este *software* que é a plataforma de suporte ao **Repositorium**, um repositório institucional para armazenar e preservar a produção intelectual digital da Universidade do Minho (Rodrigues, 2004).

A interface do *Repositorium* é mostrada na **Figura 12**.

O *DSpace* está instalado no Departamento de Sistemas de Informação (DSI), com o nome de *Papadocs*; o **Papadocs** assume-se como um repositório para os trabalhos dos alunos da Licenciatura em Informática de Gestão, do Mestrado de Sistemas de Informação e de outras licenciaturas e mestrados da Universidade do Minho; as comunidades são definidas como os Cursos das Licenciaturas e Mestrados. As Colecções são as que correspondem às disciplinas que integram os cursos e que manifestem interesse em fazer parte das comunidades.

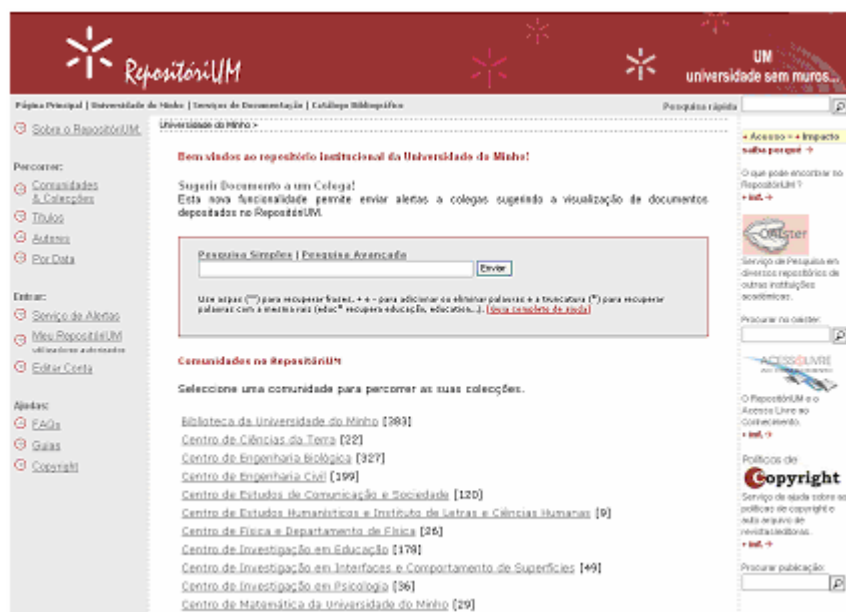


Fig. 12: Interface do *Repositorium* (retirado do Site, 2006).

Graças à conjugação de esforços dos responsáveis pelos Serviços de Documentação da Universidade do Minho (SDUM), foi criada a comunidade de utilizadores do *DSpace*, baptizada por **LusoDSpace**. Paralelamente, foi criado o DSpace Dev, cuja responsabilidade é atribuída ao DSI. Os objectivos destas iniciativas incluem divulgação e investigação sobre o *DSpace* e apoio a grupos que pretendam implementar a plataforma, trocar experiências, experimentar e adicionar novas funcionalidades.

Fruto da experiência entretanto adquirida, foram desenvolvidas, experimentadas e adicionadas ao sistema novas funcionalidades, disponíveis no DSpace Dev, que já estão a ser utilizadas pelas comunidades de utilizadores do *DSpace* (DSpace Dev, 2005).

Essas funcionalidades, reconhecidas por **Add-ons**, são as seguintes:

1 – **Add-on de Comentários**: Permite uma comunicação informal através de um fórum de discussão que pode ser associado a qualquer recurso. Qualquer utilizador pode emitir comentários anónimos ou assinados.

2 – **Add-on de Ontologias**: Permite controlar o vocabulário utilizado na descrição dos recursos depositados e, dessa maneira, facilitar a sua pesquisa e recuperação. Esta necessidade surgiu porque o *DSpace* não impõe qualquer restrição às palavras-chave descritoras dos recursos e isto pode acarretar ambiguidades. Com esta funcionalidade, as pesquisas são realizadas com a mesma ontologia de termos e são mais precisas, pela possibilidade da utilização dos ramos da ontologia que melhor descrevem o recurso. Este *add-on* foi incluído na versão oficial do *DSpace* (LusoDSpace, 2005).



Paralelamente, os autores Ana Alice Baptista e Miguel Ferreira transformaram a ontologia *Computing Classificação System*, versão 1998 da ACM (Anexo V), para **XML** e **RDF-Schema**, de forma a adaptá-la a este *Add-on* de Ontologias. Em XML, a ontologia pode ser transformada para outros formatos<sup>44</sup> (Baptista, 2005).

**3 – Add-on de Recomendação:** Permite, através de um conjunto de etiquetas, emitir sugestões sobre recursos relacionados com o objecto seleccionado. Apresenta uma lista de pessoas, *items* e comentários mais importantes relacionados com o recurso seleccionado.

**4 – Add-on Teia de Comunicação:** Com a possibilidade de o utilizador poder comentar um recurso, dada pelo *Add-on* anterior, criam-se relações de interesses entre o comentador e o autor do recurso. Esta funcionalidade permite visualizar em três dimensões essas relações. Esta dimensão necessita de um *plug-in* para ser visualizada, uma vez que é criada em VRML (DSpace Dev, 2005).

Deve ser referido que outros *Add-ons*, da responsabilidade do LusoDSpace e disponíveis na versão oficial do DSpace, estão a ser também utilizados pela comunidade do *DSpace*, o *Add-on* **“Recomende a um amigo”** e o de **“Estatísticas”** (Statistics Add-on) que recolhe, processa e apresenta o acesso, conteúdo e estatísticas administrativas geradas pela utilização do DSpace (DSpace, 2005).

Futuramente, o *Repositorium* e o *Papadocs*, dependendo do êxito alcançado, poderão ser um manancial de informação para a constituição de conteúdos que, por sua vez, poderão ser armazenados, mantidos, geridos e disponibilizados nesta tecnologia.

A interface do *Papadocs* tem o aspecto da **Figura 13**.

Informação mais detalhada pode ser consultada no *Papadocs*, através da interface referida ou disponibilizada no Manual de Instruções. O endereço de acesso é <http://papadocs.dsi.uminho.pt>.

Um papel crítico a desempenhar dentro de cada comunidade é o de proceder à definição do conjunto de **metadados**. O sucesso na pesquisa e localização de um documento ou um conjunto de documentos relevantes para um determinado utilizador é muito dependente da qualidade e da consistência da informação descritiva disponível para pesquisa (Ferreira, 2003).

Actualmente, o *DSpace* suporta somente o conjunto de elementos de metadados *Dublin Core*. “*Suporta*”, neste contexto, significa que este esquema de metadados pode ser introduzido no *DSpace*, armazenado na sua base de dados, indexado adequadamente, sendo pesquisável através de interfaces de utilizador públicas.

---

<sup>44</sup> Disponível em [http://DSpace-dev.dsi.uminho.pt:8080/en/addon\\_acmccs98.jsp](http://DSpace-dev.dsi.uminho.pt:8080/en/addon_acmccs98.jsp)



Fig. 13 – Interface do *Papadocs* (retirado do Site, 2006).

O *DSpace* utiliza uma versão qualificada do *Dublin Core*, para normalizar a descrição dos seus conteúdos.

Um registo no *Repositorium* da Universidade do Minho pode ter os campos de metadados constantes na **Tabela 12**.

Tabela 12: Um registo de metadados do *Repositorium*.

	Elemento.Qualificador	Descrição
1	contributor.autor	Pessoa, organização ou serviço criador ou co-criador
2	date.accessioned	Data de entrada no <i>DSpace</i> .
3	date.available	Data em que se tornou acessível ao exterior
4	date.issued	Data de publicação ou distribuição
5	identifier.citation	Citação Bibliográfica do trabalho publicado
6	identifier.isbn	Número de registo ISBN
7	identifier.uri	Endereço no depósito ( <i>Uniform Resource Identifier</i> )
8	description.abstract	Resumo
9	format.extent	Tamanho
10	format.mimetype	Formato do documento
11	language.iso	Idioma predominante do documento
12	Subject	Assunto
13	Title	Nome do documento
14	Type	Tipo ou género do documento

A versão completa do quadro de metadados *Dublin Core*, que pode ser usada numa plataforma *DSpace*, é mostrada no **Anexo XI**.

Algumas comunidades ou colecções podem também ter metadados à medida das suas necessidades. Esses metadados mais detalhados serão convertidos para o vocabulário *Dublin Core*, a fim de assegurar a existência de uma camada comum de especificidade descritiva para pesquisar e percorrer o conjunto das colecções.

O registo dos metadados deve ser tão completo quanto possível.

No que respeita aos metadados para conteúdos educacionais, o conjunto do *Dublin Core* pode ser limitativo. No entanto, como está aberto a extensões, como acontece no *DSpace*, podemos extendê-lo ao conjunto de metadados mais descritivos IEEE LOM.

O *DSpace* tem a capacidade de armazenar qualquer tipo de conteúdo de aprendizagem, seja nos formatos mais conhecidos e utilizados (*Word*, *PDF*, *PowerPoint*, etc.), seja nos formatos que exijam programação especializada (*HTML*, *XML*), seja nos formatos segundo as normas de interoperabilidade IMS e SCORM (ver formatos suportados no Anexo X). O *DSpace*, quando não dá suporte a um formato de um documento digital, guarda-o no formato original para ser utilizado pela ferramenta que o criou (Tansley, 2005) ou outras compatíveis. Por conseguinte, está preparado para guardar qualquer tipo de ficheiro conhecido.

Nesta perspectiva o *DSpace* pode desempenhar, também, um papel importante na iniciativa OER. A iniciativa *Open Educational Resources* (OER)<sup>45</sup>, termo adoptado em 2002, no *United Nations Education, Science and Cultural Organization's* (UNESCO's) *2002 Forum*, cujo tema foi “*The Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries*”, fundado por *William and Flora Hewlett Foundation*. A iniciativa OER legitima que instituições e comunidades educativas partilhem recursos educativos abertos. OER são materiais digitalizados (materias para a aprendizagem, resultados de investigações, publicações e outros) oferecidos gratuita e abertamente a professores e alunos, para usarem e reutilizarem no ensino, aprendizagem e pesquisa.

Na iniciativa OER estão incluídos os recursos, as ferramentas e as licenças.

Dos recursos fazem parte cursos completos, módulos, objectos de aprendizagem, colecções e artigos. Das ferramentas, faz parte o *software* que permita o desenvolvimento, utilização e reutilização e disponibilização de conteúdos de aprendizagem, além da organização e pesquisa. As licenças contemplam a propriedade intelectual, princípios das melhores práticas e localização dos conteúdos (Kiel-Chisholm, 2006). A Universidade do Minho aderiu a este movimento e pretende, num futuro próximo, implementar um sistema de acordo com a iniciativa OER.

---

<sup>45</sup> Recursos Educacionais Abertos.

Nos capítulos seguintes vamos investigar como esta tecnologia, *DSpace*, pode ser associada aos ambientes de aprendizagem electrónicos, concretamente à plataforma *Easy Education*.

## 9 – Ambientes de eAprendizagem

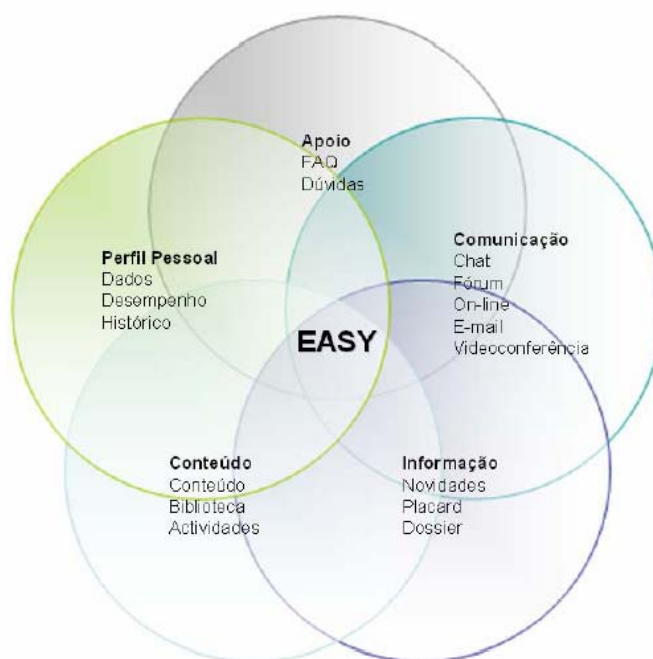
### 9.1 – Considerações Gerais

Pretendemos aqui investigar como a aprendizagem por meios electrónicos pode ser operacionalizada com plataformas de *eLearning* e, mais especificamente, com a plataforma *Easy*. O nosso interesse nesta tecnologia reside no facto de ela ter sido adoptada pela Universidade do Minho e estar em fase experimental.

### 9.2 – *Easy Education*

O *Easy Education* é uma plataforma educacional desenvolvida no Laboratório de Educação à Distância (LED), da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, com o intuito de disponibilizar espaços digitais para a educação à distância (Paulesky, 2004), via *Internet*. Deve ser referido que o LED, na altura, era a maior organização do Brasil na área da educação à distância (Modro, 2002). É um sistema de gestão de aprendizagem (LMS) e facilita a construção colaborativa do conhecimento. Permite planear, criar, gerir, disponibilizar e monitorizar cursos *online*, reuniões e seminários à distância, assim como promover comunidades de conhecimento, etc..

A **Figura 14** permite visualizar o conjunto de funcionalidades disponibilizadas pela *Easy* (SAPIA, 2004).



**Fig. 14: Funcionalidade do *Easy*** (retirado do Manual do Tutor, Sápia, 2004).

O *Easy Education* é uma plataforma *state-of-the-art* de plataformas de aprendizagem (Modro, 2002). Possui, para além do ambiente de aprendizagem, ferramentas de gestão, de comunicação, de pesquisa, de acompanhamento, de interacções e trocas, de avaliação e, facto muito importante, disponibiliza um sistema de apoio que permite ajuda, em caso de dificuldade na utilização destas funcionalidades.

O acesso é feito por uma interface que utiliza as tecnologias *Web*, cujo servidor de páginas é o *Tomcat*. O servidor de base de dados é o *MySQL* e as ferramentas de colaboração estão assentes no *Macromedia Communication Server*. A plataforma está desenvolvida em *Java* (JSDK – Sun) e é suportada pelo *Windows*. Os conteúdos introduzidos via *Easy* são arquivados num servidor NAS (*Network Attached Storage*) e cópias dos conteúdos são armazenados noutra NAS, apoiados no *Windows Storage* (GSI, 2005).

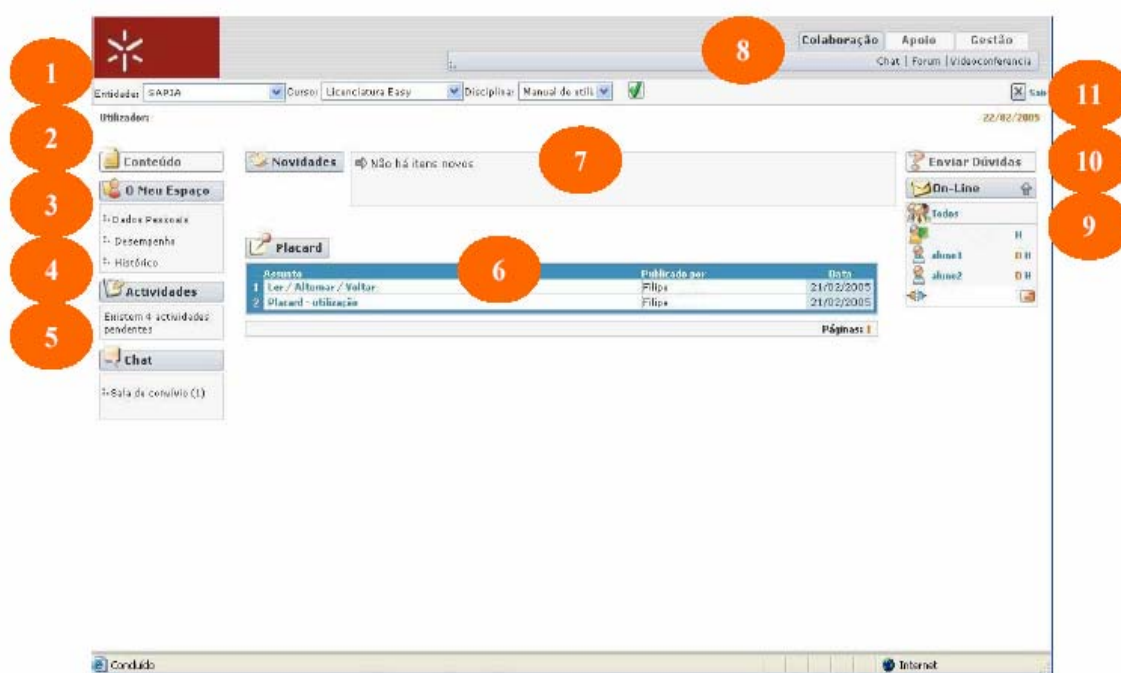
Outro aspecto digno de realce é o seu modelo de acesso ao sistema. O primeiro ecrã de acesso ao estudante é um Portal de Informação relacionada com o curso, que é gerido e actualizado automaticamente pelos membros administrativos através de formulários *online*, permitindo a actualização de textos e gráficos, conforme se mostra na **Figura 15**. O modelo de Portal serve para manter o grupo informado como um todo, com informação relevante e atempada, bem como para fornecer notícias para o público em geral.

O Portal disponibiliza, também, um ponto de *login* para estudantes, professores e tutores.

Depois da entrada com um ID e *Password* válidos, os utilizadores têm acesso directo e sem limites aos conteúdos e ferramentas de suporte.

Esta plataforma permite conteúdos multimédia, interactividade e actividades colaborativas. Liga as tecnologias da informação às metodologias pedagógicas mais adequadas. Cada curso oferecido através da plataforma é acompanhado por um apoio adicional de tutores do curso, em directo, que ajudam professores e alunos a usar a tecnologia e actuam como facilitadores na comunicação e processo de aprendizagem (Perraton, 2001), citado por (Modro, 2002).

No estudo desta plataforma, uma vez que o nosso interesse reside na interoperabilidade, vamos cingir-nos à informação passível de ser salvaguardada e de ser mais tarde reutilizada, nesta ou noutras plataformas.



- |                                |                             |                          |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 – Aceder Curso ou disciplina | 2 – Visualizar o conteúdo   | 3 – Dados pessoais       |
| 4 – Actividades pendentes      | 5 – Chats activos (acesso)  | 6 – Placard (aviso)      |
| 7 – Novidades                  | 8 – Navegar nas ferramentas | 9 – Comunicação síncrona |
| 10 – Enviar dúvidas            | 11 – Sair do ambiente       |                          |

**Fig. 15: Interface do *Easy*** (retirado do Manual do Tutor, Sápia, 2004).

Na organização dos conteúdos, matéria que mais se relaciona com o nosso trabalho, há três funcionalidades oferecidas pelo *Easy* (SAPIA, 2004):

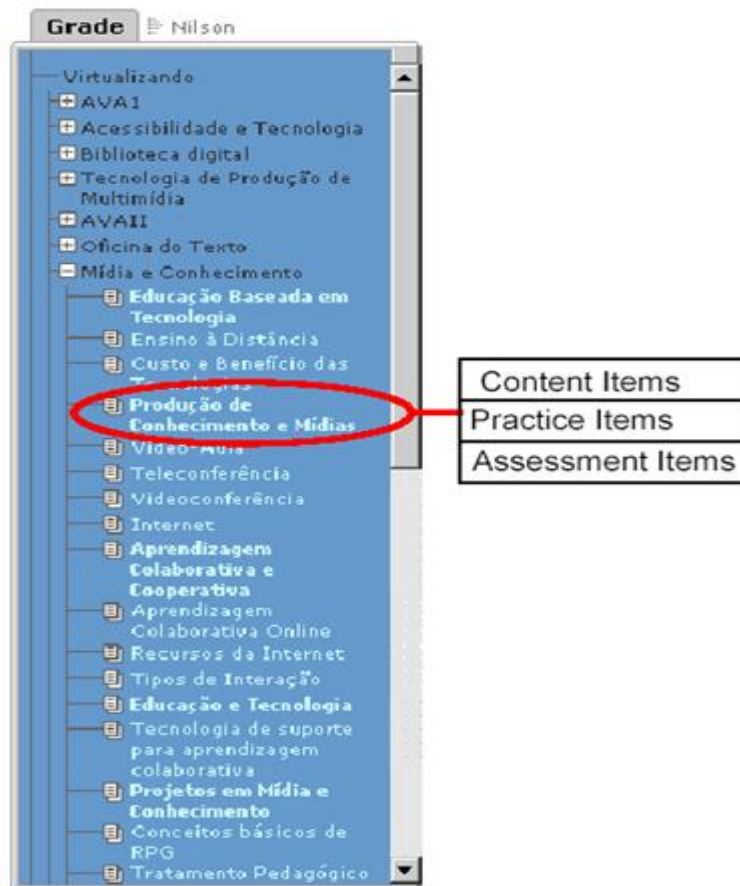
- 1 - A funcionalidade “Conteúdo” permite organizar as Disciplinas e os Objectos de Aprendizagem associados;
- 2 - A funcionalidade “Biblioteca” permite organizar um repositório de documentos para *download*;
- 3 - A funcionalidade “Actividades” permite organizar actividades de variados tipos.

Vamos analisar mais em pormenor estas funcionalidades, para que, no capítulo seguinte, possamos verificar a interoperabilidade com o *DSpace*.

Iremos verificar também como um curso ou disciplina, com granularidade menor, poderá ser guardado e reutilizado com ou sem alterações pontuais. Para isso, iremos também analisar a forma como o *Easy Education* organiza um curso ou disciplina. Finalizamos este capítulo estudando a possibilidade de guardar um repositório de perguntas frequentes, associado a um curso ou disciplina, para acompanhar a reutilização desse curso ou disciplina.

### 9.2.1 – Conteúdos

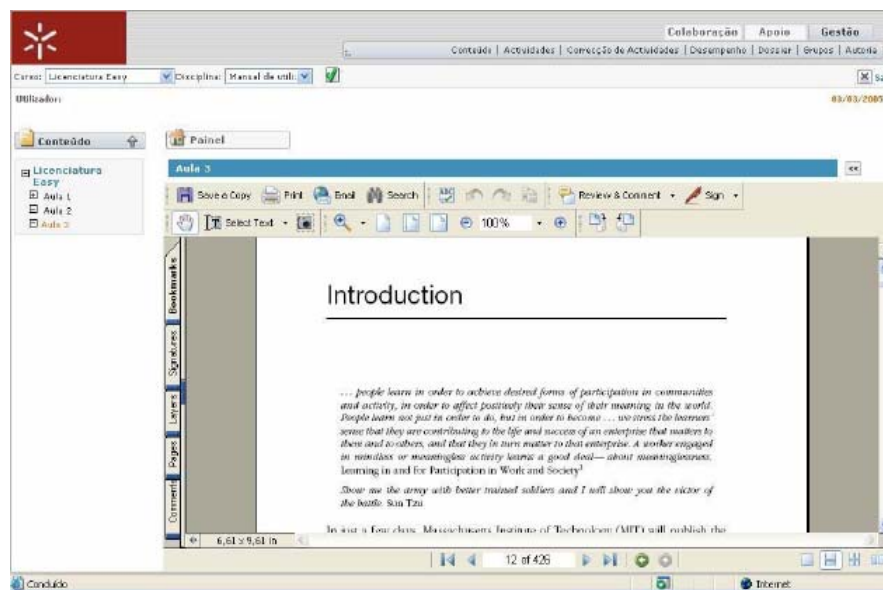
No que diz respeito aos Conteúdos de aprendizagem, o *Easy Education* adopta o conceito dos Objectos de Aprendizagem da Cisco, RIO, mostrado anteriormente. Para cada utilizador ou grupo de utilizadores, é possível configurar uma **Árvore de Conteúdos de Aprendizagem** - ver **Figura 16**. Esta plataforma permite ligar objectos de aprendizagem, ferramentas colaborativas e a árvore de conteúdos de aprendizagem (Modro, 2002).



**Fig. 16: Árvore de Conteúdos de Aprendizagem** (retirado do Manual do Tutor, Sápia, 2004).

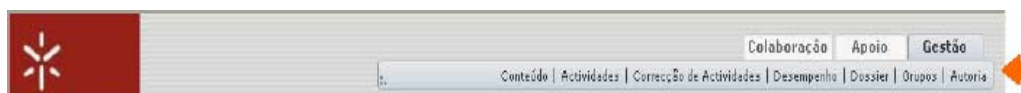
A funcionalidade “Conteúdo”, **Figura 17**, permite organizar as disciplinas e os Objectos de Aprendizagem associados.





**Fig. 17: Acesso aos conteúdos** (retirado do Manual do Tutor, Sápia, 2004).

No *Easy*, os conteúdos são organizados a partir do botão “Conteúdo”, uma das ferramentas de administração do curso, acessível do Menu Principal através da entrada Gestão - ver **Figura 18**.



**Fig. 18: Ferramentas de Administração do Curso** (retirado do Manual do Tutor, Sápia, 2004).

Os conteúdos são organizados por **Matrizes** que, por sua vez, fazem parte de uma disciplina ou curso. Cada matriz é constituída por diversos registos do tipo:

“Tópico”: \_\_\_\_\_

“Título”: \_\_\_\_\_

“Carga horária”: \_\_\_\_\_ horas.

Associado a cada **Tópico** está um conteúdo registado posteriormente. O registo de conteúdos pode ser feito directamente nas matrizes ou no repositório de conteúdos.

Registar conteúdos significa preencher um formulário com vários campos:

Nome do Campo	Registo	
“Tópico”	Um dos tópicos associados a uma matriz criada	
“Título”	Título do conteúdo	
“Autor”	Autor do Conteúdo	
“Arquivo Principal”	Nome do Arquivo do conteúdo	Opção SCORM
“Outros Arquivos”	Outros possíveis arquivos	
“Palavra Chave”	Termo para pesquisa	

De salientar a disponibilização da opção SCORM para indicar se o conteúdo está conforme a norma SCORM. A **Figura 19** mostra o formulário referido.

The image shows a web application window titled 'Gestão de Conteúdos'. It has a sidebar on the left with a tree view showing a hierarchy of content. The main area is a form for managing content. The form has several input fields: 'Tópico' (Topic) with a dropdown menu, 'Título' (Title), 'Arquivo Principal' (Main File), 'Outros Arquivos' (Other Files), and 'Palavras-Chave' (Keywords). There are also buttons for 'Procurar...' (Search...) and a checkbox for 'SCORM'. At the bottom, there are 'Confirmar' (Confirm) and 'Cancelar' (Cancel) buttons. The status bar at the bottom indicates 'Concluído' (Completed) and 'Internet'.

**Fig. 19: Formulário para “carregar” conteúdos** (retirado do Manual do Tutor, Sápia, 2004).

Os Objectos de Aprendizagem Cisco, a associar às árvores de conteúdos de aprendizagem, como vimos, são constituídos por *Items* (de Conteúdo, de Prática e de Avaliação) os quais, cada um deles, podem ser de qualquer tipo *media*. Este é um modelo conceptual que na prática pode estar, e é desejável que esteja, segundo a norma de compatibilidade SCORM, embora tal não seja obrigatório. A ser assim, os *Items* correspondem aos Activos SCORM mencionados antes, armazenados em bases de dados e descritos pelos correspondentes metadados.

A plataforma *Easy Education* adoptou o conjunto de metadados do IEEE LOM para a descrição dos seus conteúdos (SAPIA, 2004).

Na mesma linha, os Objectos de Aprendizagem Cisco, embora isso também não seja obrigatório, podem estar construídos na forma de SCOs SCORM. O *Cisco Systems* é um dos membros do IMS (Rohde, 2004) e apoia a utilização das normas SCORM, através do projecto **CLEO – Customized Learning Experiences Online** (Figueira, 2003). Lembramos que a Norma SCORM é baseada nas especificações do IMS.

O sistema *Easy* suporta conteúdos SCORM, versão 1.2, e ficheiros nos formatos digitais mais tradicionais: *Word*, PDF, HTML, XML, etc. (SAPIA, 2004). Daqui se depreende que não suporta, nesta versão, as novas funcionalidades trazidas pelo SCORM 2004, a possibilidade de

sequenciamento e navegação SCORM. Pela nossa experiência, verificámos também não ter capacidade de comunicação com SCOs dos pacotes SCORM.

Assim, a sequenciação de conteúdos, quando pedida pelo utilizador, é executada segundo a definição no momento da sua organização em árvore.

Por outro lado, não existe comunicação entre o *Easy* e SCOs, sendo estes apresentados pela plataforma, tal e qual como foram produzidos.

### 9.2.2 – Biblioteca

A Biblioteca permite inserir documentos para *download*. Os documentos são organizados por pastas e cada pasta está associada a um Tópico de Conteúdo registado. Assim, ao criar uma pasta, além do Nome, será inserida a informação do Tópico a que diz respeito e do Tipo de recurso (Documento ou *Link*). Dentro de cada pasta, serão depois anexados os recursos atribuindo um nome a cada. Informação adicional é agregada automaticamente: o Tamanho do ficheiro, a Data e o Autor. Resumindo, cada documento tem associada a seguinte informação:

Nome do Campo	Registo
“Tópico de Conteúdo”	Um dos Tópicos de Conteúdo registado
“Tipo”	Documento ou <i>Link</i>
“Nome”	Nome da pasta
“Título”	Nome do recurso
“Tamanho”	Dimensão do recurso em <i>Xbytes</i>
“Autor”	Responsável pela disponibilização do recurso
“Data”	Data da disponibilização do recurso

Cada utilizador (aluno) pode, a partir dos recursos disponíveis, fazer cópias para o seu próprio computador. No caso dos *links* para aceder aos recursos, basta seguir a hiperligação e recolher a informação desejada.

### 9.2.3 – Actividades

Outra ferramenta de administração do curso, dentro da opção “Gestão”, é aquela que permite registar e gerir as “Actividades” de cada curso, disciplina ou aula. É uma ferramenta também muito importante, porque relaciona directamente as actividades com os conteúdos.

Relembrando, os objectos de aprendizagem, no prisma da Cisco e aqui adoptado, são constituídos por *items* de conteúdo, *items* de prática e *items* de avaliação. Sendo assim, os *items* de prática e os *items* de avaliação fazem parte das actividades propostas na plataforma; tal como os *items*

de conteúdo, embora não seja obrigatório, aqueles poderão ser produzidos segundo as normas SCORM, com as limitações então apresentadas na sequência e na comunicação.

As actividades são registadas segundo os campos (ver quadro):

Nome do Campo	Registo
“Título”	Um nome, Nome da actividade
“Tipo”	Produção ou Múltipla Escolha ou Associação de Colunas ou Sem Retorno ou Sem Nota e Sem Retorno ou Sem Nota ou Comentário.
“Peso”	Um número, Peso na avaliação final
“Data Limite”	Uma data, Data limite para a entrega
“Tópico relacionado”	Um dos Tópicos de conteúdo relacionado e registado.

Estes campos são comuns a todas as actividades. No entanto, cada actividade tem entradas específicas adicionais. Assim, uma actividade tipo “Múltipla Escolha” tem para registar em sub-nível:

- a. N° de Tentativas (permitidas)
- b. Enunciado  
Com opção: uma resposta certa ou várias certas.
- c. Respostas (Tantas quantas se desejar)  
Com opção: certa ou errada.

No caso do tipo “Associação de Colunas”:

- a. N° de Tentativas (permitidas)
- b. Enunciado
- c. Respostas, opção: coluna 1 ou 2
- d. Respostas, opção: coluna 2 ou 1.

Nesta versão, o *Easy* não permite a reutilização de actividades, sendo necessária a sua preparação para cada novo curso. Está prevista, para a sua próxima versão, uma funcionalidade que contempla a reutilização de actividades (SAPIA, 2004).

### 9.2.4 – Organização de uma Disciplina ou Curso

O registo de uma **Disciplina** ou **Curso** implica a colecta de um conjunto de informações:

Nome do Campo	Registo	
“Código”	A definir	
“Nome”	O nome da Disciplina ou Curso	
“Identificação”	Uma frase descritiva da Disciplina	
“Histórico”	Dados relevantes anteriores	
“Equipa Docente”	Listagem dos Professores	
“Material de Apoio”	Listagem dos conteúdos afectos	
“Horário”	Dias e Horas definidas.	
“Programa Sucinto”	Uma descrição geral de Disciplina ou Curso	
“Programa Detalhado”	Relação de Tópicos de Conteúdos já definido na Matriz	
“Sumários”	“Número”	Numero da sessão, aula ou actividade
	“Data”	Data da Actividade
	“Horário”	Intervalo de tempo em horas e minutos.
	“Descrição”	Nome e listagem de actividades
	“Topologia”	Teórica ou Prática
	“Turno”	Número do Turno
	“Faltas”	Listagem de faltas (a registar no decorrer da acção)
“Avaliações”	“Título”	Título ou nome da avaliação
	“Arquivo”	Nome do documento (pdf )

### 9.2.5 – Repositório de Dúvidas Frequentes

O repositório de Dúvidas Frequentes e as respectivas respostas resume-se, muito simplesmente, ao registo das questões colocadas pelos alunos e seleccionadas pelos professores ao longo do desenrolar de um curso. Esta colecção é constituída por registos com os campos:

Nome do Campo	Registo
“Pergunta”	Pergunta
“Resposta”	Resposta

O conjunto de perguntas-respostas de cada curso fica armazenado na base de dados da plataforma, codificado em XML, podendo ser reutilizado noutros contextos similares.

Um curso na sua totalidade, nesta versão do *Easy Education*, não é reutilizável. Cada novo curso carece de nova organização de conteúdos e actividades. Apenas os objectos de aprendizagem,

bem como os conteúdos, práticas e avaliação correspondentes aos *items* são reutilizáveis (SAPIA, 2004).

No capítulo seguinte, vamos usar a informação exposta ao longo deste capítulo, para estudar a interoperabilidade entre a plataforma de aprendizagem virtual *Easy Education* e o repositório *DSpace*.

## 10 – Integração de Repositórios e Ambientes de eAprendizagem

### 10.1 – *DSpace* e *Easy Education*

Pretendemos, neste capítulo, ligar um repositório, de conteúdos genéricos, *DSpace*, a um sistema de gestão de aprendizagem, que utiliza conteúdos de aprendizagem, *Easy Education*, ou seja, estabelecer, portanto, as condições de interoperabilidade entre um repositório e um LMS. A interoperabilidade para a troca de conteúdos, em geral, e conteúdos de aprendizagem em particular, entre a plataforma *Easy Education* e o *DSpace* e estas com o exterior permite o estabelecimento de uma rede aberta de objectos de aprendizagem. O nosso estudo leva-nos a ligá-los, bem como a associá-los a outras tecnologias.

Os conteúdos podem ser acedidos à distância, utilizando a tecnologia *Web*. Para aplicação dos seus recursos numa aprendizagem organizada e programada, é necessário apenas gerir o acesso e os conteúdos.

Dentro dos objectivos do nosso trabalho, está incluído: levantamento, comparação e complementaridade das tecnologias existentes na organização, classificação e indexação de conteúdos. Temos especial interesse nas tecnologias que suportem o *Easy* e o *DSpace*. Como consequência, uma das nossas tarefas foi o seu estudo, com vista ao estabelecimento de recomendações para a selecção dessas tecnologias conducentes à interoperabilidade entre eles e o exterior.

Com vista à integração com outras ferramentas, é necessário que o *DSpace*, o *Easy* e essas ferramentas suportem as mesmas normas e especificações - as chamadas normas de compatibilidade. O *Easy* é um LMS e é de esperar que seja compatível, no que toca à partilha de recursos de aprendizagem, com outros LMS, LCMS e CMS que usam as mesmas normas.

Estamos a dar ênfase à compatibilidade de conteúdos entre plataformas, mas é claro que as plataformas deverão ter compatibilidade também ao nível do *hardware*, *software* e de protocolos de comunicação.

Começaremos por comparar as características das duas tecnologias.

Numa primeira análise e relativamente às normas de compatibilidade, parece haver muito em comum entre os dois sistemas:

- 1 - O *Easy* suporta o SCORM, que tem embebido o IMS e o LOM (SAPIA, 2004).
- 2 - O IEEE LOM e o IMS foram adoptados pelo *Easy* (Freitas, 2001; SAPIA, 2004).
- 3 - O LOM foi baseado no *Dublin Core* extendido (Brase, 2003).
- 4 - O *DSpace* suporta o *Dublin Core* (Rodrigues, 2004).

Dentro em breve, o *DSpace* irá suportar o SCORM e o IMS (LusoDSpace, 2005). Está a ser concluída uma versão do *DSpace* que contempla as normas SCORM e IMS (Esta informação foi anunciada em 2004, no *site* oficial do *DSpace*, com o texto “*The DSpace team hopes to support a subset of the IMS/SCORM element set (for describing education material) in the coming year*”. Ainda não foi publicitado o lançamento desta versão.

Quanto aos formatos suportados:

1 - O *Easy Education* suporta conteúdos nos formatos mais vulgares (doc, pdf, html, xml, entre outros) e no formato SCORM, até à versão 1.2 (SAPIA, 2004).

2 - O *DSpace* aceita recursos no formato *Word*, *PDF*, *Powerpoint*, etc. (ver a tabela do **Anexo X** para verificar a totalidade de formatos suportados), mas não reconhece qualquer tipo de documento no formato SCORM. Os Pacotes de Conteúdos SCORM são chamados ***Package Interchange Files*** (PIF). Um PIF é um ficheiro de formato ***Zip*** que contém os ficheiros físicos de conteúdos educacionais juntamente com um documento XML (*manifest file*) que descreve os conteúdos e a sua sequência (Arapi, 2003). No entanto, apesar de o *DSpace* não reconhecer nenhum dos formatos destes ficheiros, guarda-os, entregando-os às aplicações que têm capacidade de os executar (Tansley, 2005).

O *DSpace* é um repositório que, ao ser adoptado por qualquer instituição com uma boa produção científica, pode, se for o receptáculo dessa produção, em toda ou em grande parte, dispor de um rico portfólio de conhecimento científico a disponibilizar em contextos educacionais. Esse conhecimento tem de base já associados metadados descritores, como vimos metadados do DC. Importa referir que essa riqueza está na medida directa da efectividade do controlo de qualidade (processo de revisão e aprovação). Por isso, um dos recursos a aplicar em contextos de aprendizagem mais rigorosa terá de ser a sua revisão. A qualidade dos recursos é garantida através de um processo de submissão antes da sua publicação.

Os ficheiros passíveis de serem salvaguardados e recuperados no *DSpace*, e reconhecidos pelo *Easy*, apesar de serem de maior ou menor dimensão, quanto à granularidade, e dentro dos modelos estudados, possuem vários níveis de granularidade e contemplam estudos mais ou menos complexos, mais ou menos profundos. Esta dimensão não é muito adequada para uma utilização normal e/ou reutilização numa aula (ou unidade de aprendizagem) pelo *Easy* (ou outro LMS compatível), uma vez que muito dificilmente um estudo científico vai coincidir com tais peças da educação.

Embora possam ser utilizados e reutilizados, por sistemas LMS e particularmente pela plataforma *Easy* na sua forma nativa, como consulta para o desenvolvimento de actividades, para reforço da aprendizagem, etc., os documentos do *DSpace* dificilmente poderão ser utilizados nesse



estado no que diz respeito ao apoio directo a uma sessão completa de uma aula, disciplina ou curso, seja localmente ou à distância.

O *DSpace*, através do seu motor de busca, permite a pesquisa de *items*, por título, nome, assunto, etc., mas tem a desvantagem de disponibilizar todo o documento. Uma utilização típica para uma aula passa pela utilização de partes desse documento.

A desagregação dessa informação científica em pequenas partes (Activos), lógicas<sup>46</sup> e autónomas, associadas a metadados descritores, transformaria toda a informação em recursos mais flexíveis e reutilizáveis, facilitando a interoperabilidade entre sistemas (Robson, 2004).

Porém, os materiais podem ter problemas com restrições de **copyright** ou direitos de propriedade intelectual. Por isso, o processo de decomposição começa com uma investigação sobre a existência de tais restrições (Doorten and Koper, 2003).

Não é praticável solicitar aos autores dos trabalhos que os particionem em pequenos fragmentos antes de os sujeitarem ao Repositório. Será mais viável a utilização dos documentos depois da sua entrada e aprovação no *DSpace*, por autores de conteúdos. Estes, e aqui reside a nossa **primeira recomendação**, seleccionam e recolhem a informação desejada, dividem-na em partes lógicas, e depois tratam, classificam e salvaguardam esses recursos digitais no *DSpace*, para posterior recuperação e produção de objectos de aprendizagem.

Como os objectos de aprendizagem explorados pelo *Easy* são constituídos por *items* de conteúdo, *items* de prática e *items* de avaliação, a classificação das porções deverá atender a esta característica, para facilitar posteriormente a produção de tais objectos. Todas as partes do material seleccionado têm de ser determinadas como sendo quer um conteúdo, quer uma actividade (de aprendizagem ou de apoio), quer um *item* de avaliação (Doorten and Koper, 2003).

Depois de produzidos, segundo o modelo conceptual da Cisco, os objectos de aprendizagem podem ser, por sua vez, armazenados no *DSpace*. Como vimos, mesmo que o *DSpace* não reconheça o formato dos objectos, armazena-os como estão e permite que as ferramentas que os criaram (ou outras compatíveis) os recuperem e executem (Tansley, 2005).

Esses objectos podem ser produzidos e armazenados, associando apenas metadados. Ou produzidos utilizando as linguagens de marcação. Ou podem ser produzidos segundo as especificações IMS, ou, ainda, na melhor opção, produzidos segundo a norma SCORM, versão 1.2, versão que o *Easy* reconhece. Qualquer que seja a opção, o *DSpace* guarda e disponibiliza os objectos (Tansley, 2005).

---

<sup>46</sup> Lógica aqui significa que tem algum sentido no ensino ou aprendizagem.

Uma possibilidade, que não é de excluir, é a existência de conteúdos de aprendizagem actualmente armazenados no *DSPACE*. Nesta situação, se houver interesse, é necessário verificar se cumprem os requisitos para utilização no *Easy* ou se necessitam de algum processo de conversão.

Descortinamos assim, nesta primeira análise, três vias para a disponibilização da informação contida no *DSPACE*, para suporte à aprendizagem electrónica:

- 1 - No seu estado natural de residência, nos formatos de origem;
- 2 - Depois de desagregada em porções. Sujeita a selecção e recolha das porções, tratadas com significado lógico, classificadas e salvaguardadas (salvaguardando os direitos de autor);
- 3 - Como conteúdos de aprendizagem, seguindo ou não a norma SCORM, seguindo ou não o modelo conceptual da Cisco, embora tenhamos interesse em que assim seja.

Na possibilidade 1, com qualquer nível de granularidade, a que chamaremos **Recursos Digitais Primários** (RDPs), os objectos podem ser utilizados como recursos, directamente pelos LMSs e pela plataforma *Easy*, para a constituição de bibliotecas, textos de apoio a actividades, textos de reforço à aprendizagem e/ou recursos a incluir na estratégia da aula, sem problemas de interoperabilidade.

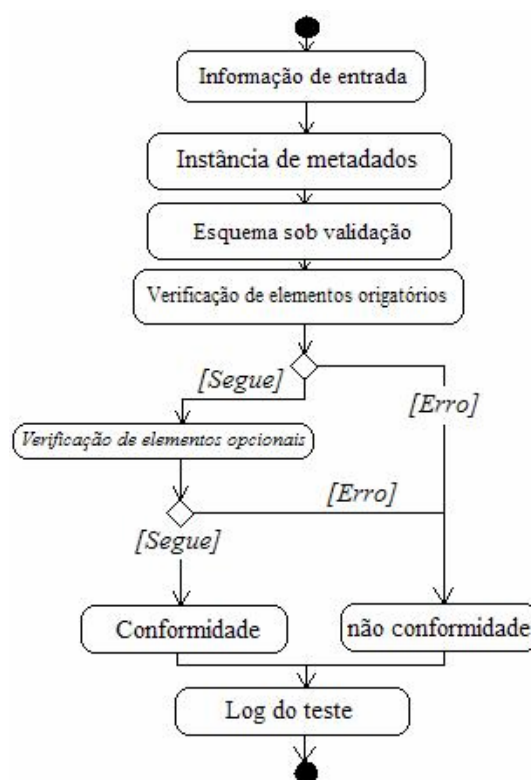
Na opção 2, activos nível de granularidade 1, a que chamaremos **Recursos Digitais Secundários** (RDSs), as porções seleccionadas e tratadas são propostas (ou armazenadas directamente, conforme política da instituição aplicada aos recursos) à aceitação no repositório *DSPACE*, como Activos. Poderão ser depois utilizadas directamente como estão, nas LMSs e no *Easy*, para a estrutura de uma aula ou numa ferramenta de autor para a produção de conteúdos de aprendizagem mais sofisticados. O *Easy Education*, como uma LMS tradicional, não possui uma ferramenta de autor associada. Apenas tem funcionalidades para estruturar cursos e ligar conteúdos.

Na opção 3, os conteúdos de aprendizagem podem ser utilizados por qualquer LMS compatível e particularmente pelo *Easy*, se seguirem o modelo conceptual da Cisco Systems.

A estrutura de Comunidades e Colecções do *DSPACE* facilita a organização destes recursos. No entanto, surge aqui a primeira questão, relativa a que metadados associar aos recursos, uma vez que a finalidade é a de serem disponibilizados para a aprendizagem, directamente, associados ou integrados em objectos de aprendizagem, para LMSs, particularmente pelo *Easy*. O *DSPACE* tem já definido um conjunto de metadados seleccionados e extendidos do *Dublin Core* (DC) (Dspace, 2005). O conjunto de metadados do *Easy* pode ser seleccionado do corpo de metadados do IEEE LOM, uma vez que por ele foi adoptado (SAPIA, 2004). Para assegurar a interoperabilidade dos conteúdos entre os sistemas *Easy* e *DSPACE*, os metadados de um e outro sistema terão de ser

**Mapeados.** No **Anexo XI**, pode ser visto como o LOM pode ser mapeado do *Dubin Core* (ADL, 2004).

Se quisermos garantir que os metadados DC sejam reconhecidos pelo *Easy* como metadados IEEE LOM, podemos utilizar o modelo de teste de conformidade LOM, de Xiang e outros. O Modelo de Teste de Conformidade LOM verifica se uma instância de metadados está em conformidade com o LOM. A instância é analisada pelo Modelo e ele valida os conteúdos de acordo com as cláusulas de conformidade, uma a uma, por especificações de teste e emite um *log* detalhado com os resultados, cláusula a cláusula. Se a instância de metadados em teste está em conformidade com o LOM, uma resposta positiva é emitida. Caso contrário, a resposta é negativa, por não conformidade LOM. A **Figura 20** mostra o “*work flow*” do teste de conformidade representado por um diagrama de actividade UML (Xiang, 2003).



**Fig. 20:** “*Work flow*” do teste de conformidade LOM (adaptado de Xiang, 2003).

Ultrapassada esta questão, o próximo passo será como utilizar os Activos do *DSpace* pelo sistema *Easy* ou outro LMS compatível, via *Web*. Documentos que podem ser usados estão no formato doc, txt, pdf, html, xml, etc. - formatos de fácil interoperabilidade. Uma possibilidade será usar os recursos, através da informação sobre eles, patente nos metadados e respeitando o SCORM, ficando o recurso no *DSpace*.

A forma mais simples, sem qualquer problema de compatibilidade, é “carregar”, via *Web*, os Activos RDSs pretendidos, a partir do *DSpace* para o disco da máquina onde se encontra o *Easy*. O *Easy* tem a capacidade de usar os Activos que tem no disco, para estruturar uma aula ou para os enviar para o seu repositório. Também pode estruturar uma aula com os Activos que tem no seu repositório. Esta funcionalidade está disponível, ao professor, na área de registo de actividades de aula, numa Disciplina já registada, seguindo Matriz-Tópico-Conteúdo; **Figura 21** (SAPIA, 2004).



**Fig. 21: Estruturação de uma aula** (retirado do Manual do Tutor, SAPIA, 2004).

O mesmo processo pode ser usado para transferir Activos para a biblioteca do *Easy*; contudo, para esta operação, o *Easy* possui outra funcionalidade - permite **URLs** que pode usar para “carregar” os RDPs correspondentes directamente do *Dspace* ou apenas como apontadores para consultas aos recursos no desenvolvimento de uma aula (SAPIA, 2004).

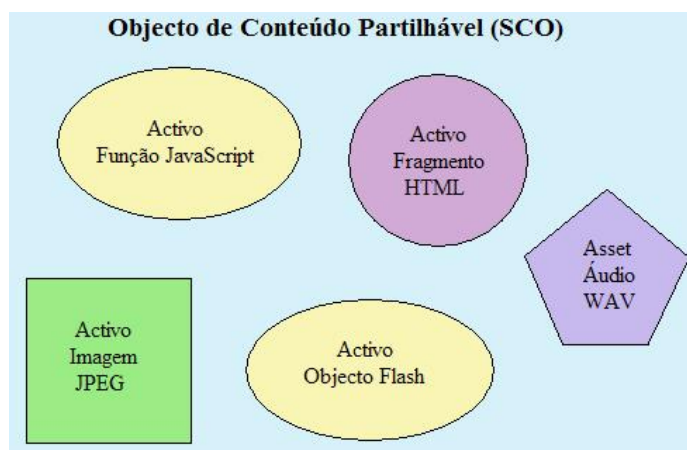
Investigando agora a possibilidade da salvaguarda, no *Dspace*, de SCOs, ou dos seus correspondentes - objectos de aprendizagem Cisco -, ou, ainda, dos objectos Cisco no formato SCORM - objectos de tipo 2 quanto ao nível de granularidade -, verificamos que todos eles podem ser armazenados e posteriormente recolhidos por qualquer LMS compatível, para serem utilizados na organização de uma disciplina ou curso.

O *Dspace* armazena em qualquer formato, mas para serem partilhados por LMS compatíveis e particularmente pela plataforma *Easy*, é conveniente que sejam armazenados em formato SCORM, versão 1.2, que, como vimos, considera as especificações IMS e o conjunto de metadados IEEE LOM.

Quanto à comunicação (troca de informações) entre SCOs e LMSs contemplada no SCORM e referida atrás, é necessário que seja associado aos Activos, no momento da construção do SCO, um ficheiro de comunicação, Jscript (ADL, 2004). Na **Figura 22**, mostra-se uma representação de um SCO SCORM (ADL, 2004).

Apesar de esse ficheiro não ser reconhecido pelo *DSpace*, ele guarda-o e entrega-o quando solicitado por LMSs compatíveis com o SCORM (Tansley, 2005).

Para que a comunicação seja estabelecida, as LMSs compatíveis deverão possuir uma API compatível com o SCORM (ADL, 2004).



**Fig. 22: Representação conceptual de um SCO SCORM** (adaptado de ADL, 2004).

Particularmente, no que diz respeito à comunicação entre SCOs e a plataforma *Easy*, apesar de ela suportar conteúdos SCORM, versão 1.2, encontramos uma razão que torna impraticável essa possibilidade, na perspectiva da compatibilidade SCORM: o *Easy* não contém essa API.

Para realizar a transferência de objectos de aprendizagem do *DSpace* para LMSs e para o *Easy* em particular, o processo é semelhante à transferência descrita atrás para RDPs e RDSs.

Lembramos que a interoperabilidade é assegurada, entre o *DSpace* e o *Easy*, quando um objecto de aprendizagem, com alguma interactividade ou não, é criado nos formatos doc, pdf, html, xml, etc.. São formatos reconhecidos por ambos, sendo possível tanto a salvaguarda no *DSpace* como a recuperação pelo *Easy*.

Fazendo uma análise semelhante para um “pacote” SCORM, verifica-se que o empacotamento consiste em reunir, num ficheiro tipo “zip”, vários ficheiros necessários para a exploração de conteúdos, a saber: os documentos do próprio conteúdo (doc, pdf, html, etc.), ficheiros de comunicação (*scripts*), ficheiros de metadados descritores e ficheiros do manifesto (xml), e ficheiros de esquema XML que contém a definição dos ficheiros XML (*W3CXMLSchema*) (ADL, 2004).

Apesar de o *DSPACE* não suportar ficheiros com a extensão *Zip* (Dspace, 2005), ele consegue guardar esses ficheiros e entregá-los, intactos, quando solicitados por ferramentas que os criaram ou outras compatíveis (Tansley, 2005).

Sendo assim, LMSs, com capacidade de lidar com a norma SCORM, podem partilhar pacotes SCORM com o *DSPACE*, directamente, desde que tenham a funcionalidade de desagregação dos pacotes, nos seus ficheiros componentes. De outra forma, os pacotes deverão ser desagregados, fora da plataforma, antes de serem utilizados na organização de actividades de aprendizagem.

Nesta situação está o *Easy Education* que, nesta versão, não tem capacidade de desagregação dos pacotes SCORM, funcionalidade imprescindível para a interoperabilidade efectiva de pacotes SCORM entre ferramentas ligadas ao *eLearning*.

Outra funcionalidade SCORM não contemplada, já referida no capítulo anterior, é a de sequenciamento e navegação SCORM. Assim, a sucessão dos conteúdos é fixa e definida na Árvore de Conteúdos de Aprendizagem, da plataforma.

Da mesma forma que para os SCOs, os componentes de conteúdo de um pacote podem ser armazenados, separadamente, no *DSPACE* e podem ser, nesse estado, utilizados pelo *Easy Education*.

Resumindo, nas versões actuais do *DSPACE* e da *Easy Education*, assim como de LMS similares (com as mesmas características), são possíveis as seguintes operações sobre recursos digitais, para a sua utilização na aprendizagem electrónica:

- 1 – Armazenamento, no *DSPACE*, da produção digital de uma instituição, nos formatos suportados, considerada aqui RDPs, com vários níveis de granularidade;
- 2 – Armazenamento, no *DSPACE*, de partições lógicas da produção referida atrás, consideradas aqui RDSs, ou Activos de granularidade 1;
- 3 – Armazenamento, no *DSPACE*, de aulas ou unidades de aprendizagem, nos formatos suportados, com as limitações referidas, embora possam ter alguma interactividade, consideradas de granularidade nível 2, para utilização no *Easy*;
- 4 – Utilização de RDPs, pela *Easy* ou LMS similares, directamente em sessões de aprendizagem planeadas e/ou para a constituição de bibliotecas, materiais de consulta e apoio e/ou materiais de reforço da aprendizagem, com as limitações referidas;
- 5 – Utilização de RDSs, pela *Easy*, para a construção de conteúdos nas matrizes das disciplinas ou módulos registados, com as limitações referidas;
- 6 – Utilização de aulas ou unidades de aprendizagem, pela *Easy*, com as limitações referidas;
- 7 – Armazenamento da produção da *Easy*, directamente no seu repositório ou através de uma “ponte”, no *DSPACE*, em XML.

A definição de características dessa “ponte” sai do âmbito deste trabalho; remete-se, por conseguinte, para um trabalho futuro.

Embora o *Easy Education* suporte conteúdos SCORM, versão 1.2, estes têm de ser carregados manualmente (SAPIA, 2004). O *Easy* não tem capacidade de comunicar com eles para os emitir automaticamente, nem capacidade de os “desempacotar” (desagregar) quando eles estão em *package*, nem de utilizar a funcionalidade de sequenciamento e navegação.

Os conteúdos SCORM, SCOs e *Packages* podem ser emitidos (e desempacotados, no caso do *Package*) automaticamente por LMS, se estas possuírem uma interface adequada compatível SCORM.

Como vimos, embora com limitações, o *Easy* e o *DSPACE* podem trabalhar em conjunto para um melhor aproveitamento da produção intelectual de uma instituição, canalizando-a, também, para a aprendizagem, seja à distância ou local.

Na secção seguinte, e na sequência da investigação aqui desenvolvida, iremos apresentar algumas recomendações que podem melhorar a integração dos sistemas em estudo - *DSPACE* e *Easy* e outras LMS compatíveis.

## 10.2 – Recomendações

Na secção anterior, analisámos a possibilidade do estabelecimento da interoperabilidade para a troca de recursos digitais entre o *DSPACE* e o *Easy* e detectámos algumas lacunas que inibem uma interoperabilidade completa. Iremos avançar, nesta secção, algumas recomendações e orientações que permitem, assim o desejamos, melhorar as condições para uma interoperabilidade mais efectiva.

**Uma recomendação, a primeira**, já foi adiantada na secção anterior: seleccionar e recolher a informação desejada, dividi-la em partes lógicas e depois tratar, classificar e armazenar esses recursos digitais no *DSPACE* (ou outros repositórios), para posterior recuperação e produção de objectos de aprendizagem.

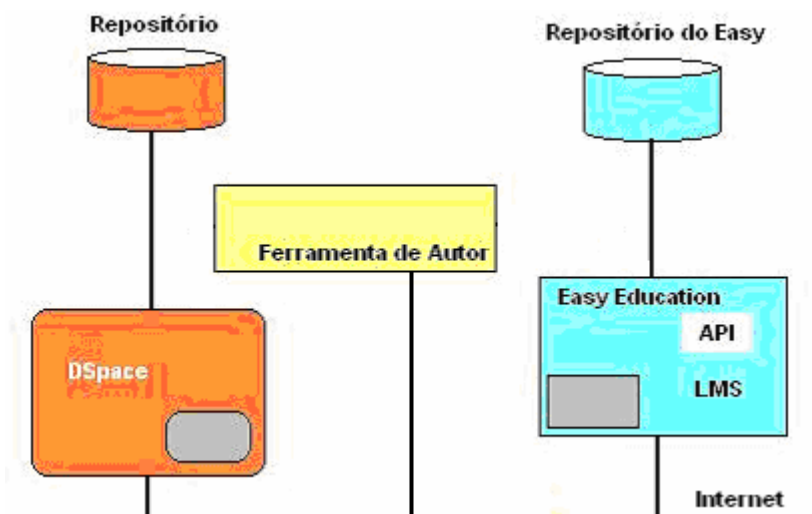
Para que os conteúdos SCORM, SCOs e *Packages* possam ser emitidos (e desempacotados, no caso do *Package*) automaticamente por LMS, e particularmente pelo *Easy*, necessitam, como vimos, de ter associada uma API compatível com o SCORM (ADL, 2004). Com a integração dessa interface, as potencialidades do sistema aumentarão exponencialmente, não só intra-sistema, mas também com outros sistemas compatíveis, sejam LMSs, repositórios ou ferramentas de autor.

Sendo assim, **como segunda recomendação**, sugerimos adicionar essa interface à plataforma *Easy*.

Como o *Easy* suporta conteúdos SCORM, embora careça de carregamento manual, pode-se interligar uma ferramenta de autor compatível com o SCORM, como ponte entre o *DSpace* e o *Easy*. O *DSpace* fornece os Activos que a ferramenta transforma em conteúdo SCORM; depois, classifica o conteúdo e transfere-o para o repositório do *Easy* e/ou novamente para o *DSpace* ou outros repositórios. Transformar um recurso digital em conteúdo SCORM significa, não só apetrechar o conteúdo de requisitos para a interoperabilidade, mas também sujeitar o recurso a um tratamento adequado, de molde a enquadrar-se melhor à eAprendizagem, ao *Easy* e a outros LMSs. Essa adequação seria a construção de activos mais atraentes e interactivos, em formato suportado, por exemplo, em HTML ou XML.

Como tal, **como terceira recomendação**, apontamos como um passo interessante acrescentar uma ferramenta de autor ao conjunto *DSpace/ Easy*.

A estrutura de tal sistema, em diagrama de blocos, seria a representada na **Figura 23**.



**Fig. 23: Estrutura proposta para o novo sistema.**

Apenas com o intuito de exemplo, vamos referir um tipo de ferramenta de autor que pode ser associada ao *DSpace* e ao *Easy*, o **Click2learn**. É uma ferramenta que permite o empacotamento de conteúdos segundo o SCORM. Na nossa visão, uma ferramenta deste tipo recupera Activos do *DSpace*, produz os pacotes SCORM e armazena-os no repositório *DSpace* em formato *Zip*, de onde são recolhidos para a estruturação das aulas. Por enquanto, estes pacotes serão carregados manualmente no *Easy*, mas adivinha-se uma versão em que uma comunicação LMS/Conteúdo seja possível e então a utilização dos pacotes pode ser realizada por referência e não pela transferência desses pacotes.

Esta ferramenta foi seleccionada porque é compatível com a versão 1.2 do SCORM (Dutra, 2003) - a mesma versão que o *Easy* reconhece. No entanto, poderia ser outra qualquer compatível



com o SCORM, *Lectora*<sup>47</sup> ou *ReadyGo*<sup>48</sup>, como exemplos. Para além disso, a selecção fundamenta-se ainda na previsão de que esta versão 1.2 do SCORM veja o seu ciclo de vida ser prolongado por mais dez anos, segundo especialistas da Empresa *ADVANCITY*<sup>49</sup>. A fundamentação para esta opinião reside no facto de muitos autores de conteúdos e programadores de LMS terem apostado nesta versão e muitas empresas não quererem actualizar os conteúdos de aprendizagem para o SCORM 2004, porque há poucas plataformas que o suportem e porque a versão 1.2 será suportada por todas as LMSs.

O actual *Click2learn* teve origem no *Toolbook* - uma ferramenta de autor que teve a sua primeira versão lançada em 1990 pela empresa *Asymetrix*, mas que foi sendo aperfeiçoada acompanhando a evolução do *eLearning*. Ela permite o desenvolvimento de aplicações multimédia para distribuição em CDROM, *Intranet* e *Internet*.

Devem citar-se algumas das suas principais características: possui ferramentas para criação de simulações e conteúdos interactivos, suporta padrões SCORM (versão 1.2), assegura a portabilidade entre sistemas de gestão de aprendizagem (LMS), suporta o *JavaScript* e componentes *ActiveX* (Canto, 2004).

Neste momento, é nossa preocupação mostrar apenas como um Activo é empacotado, segundo o SCORM, e não como é constituído esse Activo.

Vamos, com exemplo, verificar como se empacota um conteúdo e ao mesmo tempo como se ligam os metadados aos conteúdos. Do que foi exposto, o *package* SCORM tem várias camadas de metadados (metadados para Activos, metadados para SCOs, metadados para o pacote, etc.), mas são todos metadados IEEE LOM, escolhidos em função da especificidade do recurso.

O *Click2learn* tem uma interface interactiva que facilita de forma significativa o trabalho do autor de conteúdo. O **Anexo XII** mostra o empacotamento de um conteúdo SCORM com o apoio desta ferramenta.

Para empacotar um conjunto de SCOs, deve ser utilizada a ferramenta *Click2learn SCORM Aggregator*, que não é aqui mostrada porque o *Easy Education* não suporta, por enquanto, conteúdos agregados (Dutra, 2003).

Esperamos que este exemplo ajude a mostrar como é simples, com o apoio de ferramentas práticas, utilizar o SCORM na produção de conteúdos reutilizáveis e interoperáveis. Desejamos, com a nossa pequena contribuição, que mais autores ousem usar o SCORM na sua produção e, com isso, se chegue a uma grande rede de partilha de recursos de aprendizagem.

---

<sup>47</sup> Disponível em [www.lectora.com/](http://www.lectora.com/)

<sup>48</sup> Disponível em [www.readygo.com/](http://www.readygo.com/)

<sup>49</sup> Disponível em <http://www.advancity.net/elearning/>

Sabe-se, como foi dito atrás, que uma equipa do MIT está a preparar um versão de *DSpace* que suporta o SCORM. Quando essa versão sair, os conteúdos SCORM poderão ser salvaguardados e preservados no repositório *DSpace*, para reutilização e partilha.

Em resumo, as recomendações são:

**Recomendação 1** – Selecção da informação científica e tecnológica existente no *DSpace* e sua partição em porções lógicas para mais facilmente serem utilizadas como recursos de aprendizagem;

**Recomendação 2** – Adição de uma API ao *Easy*, para comunicar com os SCOs SCORM;

**Recomendação 3** – Adição de uma ferramenta de autor compatível que vai ter duas funções: produzir SCOs para o *Easy* e servir de “ponte” entre o *DSpace* e o *Easy*;

No entanto, para uma exploração mais eficaz, recomenda-se, ainda, um conjunto adicional das seguintes orientações:

**Orientação 1** - Os recursos de aprendizagem deverão seguir as orientações da Cisco e deverão ser adaptados ao modelo de conteúdos SCORM - Activos, SCOs e Agregações; deverão ainda atribuir níveis de granularidade e determinar as estruturas de agregação;

**Orientação 2** - Os recursos de aprendizagem deverão ser descritos com os correspondentes metadados para Activos, SCOs e Agregações, para facilitar a sua descoberta e reutilização. Para garantir a interoperabilidade e a compatibilidade, os metadados seleccionados deverão ser consistentes com o IEEE LOM, conjunto de metadados adoptados pelo SCORM. Para melhor seleccionar os metadados correctos, consultar as linhas guia fornecidas pelo manual “Melhores práticas do SCORM”, disponível no *site* [www.adlnet.org](http://www.adlnet.org);

**Orientação 3** – O *Easy*, para além de conteúdos, trata com outro tipo de recursos essenciais, como bibliografia, regras de avaliação, FAQs ou programas de cursos. Contudo, não é prático para o SCORM modelar especificamente estes materiais. Para resolver este problema, deve ser acrescentada uma extensão, proposta por Simões (Simões, 2004) para o modelo de informação do SCORM, aumentando a sua habilidade, a fim de apoiar a acessibilidade e a interoperabilidade de agregações de conteúdos. Nesta proposta, uma nova categoria - “*Environmental*” (Ambiental) - surge no mesmo nível das nove categorias principais do modelo de metadados LOM, em que o SCORM se baseia. Tal como essas categorias, o “*Environmental*” é também um *container* - um conjunto de nós cujo tipo é *Item* (Simões, 2004). A **Tabela 13** mostra a hierarquia proposta;

**Orientação 4** – Devem ser definidas estruturas de cursos ou disciplinas de acordo com o *Content Packaging SCORM* para “empacotamento” físico, armazenamento e posterior “desempacotamento” e reutilização – esta definição depende de cada curso ou disciplina;

**Tabela 13: Proposta de extensão do SCORM para o Easy.**

Extensão SCORM		
Número	Nome	Descrição
10.	<i>Environmental</i>	Esta categoria modela o ambiente onde a agregação de conteúdos é inserida. Ela descreve a entidade “curso” que está relacionada com os conteúdos de aprendizagem
10.1	<i>Item</i>	Entidade no ambiente da agregação de conteúdos
10.1.1	<i>Type</i>	Tipo da Entidade
10.1.2	<i>Value</i>	Conteúdo da Entidade ou Valor
10.1.3	<i>Metadata</i>	Metadados que descrevem esta Entidade
10.1.4	<i>Item</i>	Sub-entidade. A estrutura deste elemento é representada como o item 10.1

**Orientação 5** – O SCORM RTE deve ser definido e implementado, pois, como vimos, ele define uma forma comum de começar conteúdos de aprendizagem baseados no SCORM, bem como uma forma comum para os conteúdos comunicarem com LMSs durante a sua execução;

**Orientação 6** – Deve ser definida a informação a ser trocada entre os conteúdos e o *Easy Education*, i.e., deve seleccionar-se, daqueles disponibilizados pelo AICC CMI, os dados pertinentes a serem trocados entre conteúdos e o *Easy*.

Para encerrar este capítulo, sobre a ligação do *DSPACE* ao *Easy*, acrescente-se que nem um nem outro são produtos acabados. Os seus mentores prosseguem as investigações no sentido de os tornar mais eficazes e de lhes acrescentar mais serviços. O *DSPACE* é um *software* aberto: promove e incentiva outras entidades a usarem, agradecendo contribuições de propostas para melhorar e acrescentar funcionalidades. Está no aprofundamento do seu estudo uma porta aberta para acrescentar mais potencialidades e - porque não? - potencialidades na área da gestão de conteúdos.

O *Easy* é um *software* proprietário, fechado, em que as contribuições não poderão ser tão evidentes como no caso do *DSPACE*. Como, para além do *DSPACE*, o MIT também esteve envolvido na criação do *Easy* (em parceria com UFSC, cuja versão anterior se denominava VIAS K - *Virtual Institute of Advanced Studies Knowledge*) (Sant'Ana, 2003), é natural que futuramente eles se harmonizem, com as especificações SCORM a servirem de elo de ligação.

Para ultrapassar a questão de tanto o *DSPACE* como o *Easy* poderem ter repositórios diferentes, o HP, o MIT Libraries, o MIT's Lab for Computer Science e o W3C têm um projecto conjunto de pesquisa, chamado SIMILE (*Semantic Interoperability of Metadata and Information in unLike Environments*), cujo objectivo é investigar, para o *DSPACE*, a forma de suportar esquemas arbitrários de metadados usando o RDF e técnicas da *Web* semântica. O SIMILE procura melhorar a interoperabilidade entre activos (Activos) digitais, esquemas, metadados e serviços. O desafio-chave

é que as colecções que deverão ser interoperáveis são frequentemente distribuídas por repositórios individuais, institucionais ou públicas. O projecto extenderá o *DSpace*, melhorando o seu suporte a esquemas e metadados arbitrários. Procurará implementar uma arquitectura de disseminação de activos digitais baseada em normas *Web* (SIMILE, 2004).

No capítulo seguinte, irão ser apresentadas as conclusões finais.

## 11 – Conclusão

### 11.1 – Síntese da Dissertação

A importância, a complexidade e a dimensão que a organização e implementação de Bibliotecas Digitais compatíveis, bem como a partilha de recursos de aprendizagem envolvem direccionaram esta investigação para o estudo da problemática das tecnologias envolvidas na organização de bibliotecas de conteúdos de aprendizagem. A compatibilidade de plataformas e de conteúdos de aprendizagem e suas tecnologias envolvidas levaram ao tema **“Estudo sobre a utilização e interoperabilidade entre conteúdos de aprendizagem com diferentes granularidades”**, no pressuposto de que a granularidade é um dos factores que condicionam a interoperabilidade.

Para responder a este desafio, foi desenvolvida uma pesquisa exaustiva, sob a forma de revisão de literatura, para identificar o estado da arte de métodos de organização de conteúdos de aprendizagem, características dos conteúdos e a sua granularidade. Paralelamente, foram identificados modelos, bem como tecnologias que apoiam, no todo ou em parte, essa organização. Normas e tecnologias de compatibilidade foram, também, objecto deste estudo.

Ao longo desta dissertação, foram analisados e comparados os modelos identificados, bem como as tecnologias de apoio. Foram apresentados tanto o estudo realizado como propostas de possíveis extensões de compatibilidade às tecnologias identificadas.

Dentro destas tecnologias, foram referidos com algum destaque alguns dos sistemas institucionais de classificação de conteúdos de bibliotecas, sistemas de organização de conteúdos de aprendizagem e sistemas de normas de empacotamento para a compatibilidade de conteúdos de aprendizagem. A selecção destes sistemas teve em conta a sua importância e utilização referida na literatura científica mais conceituada que foi consultada.

O estudo e apresentação dos sistemas de classificação é justificado porque eles são utilizados, similarmente às bibliotecas tradicionais, nos repositórios digitais para organizar recursos digitais por áreas da ciência, temas e sub-temas; constatámos que a adopção do mesmo sistema de classificação para repositórios que se pretendam compatíveis facilita a interoperabilidade.

Pelo seu papel preponderante na pesquisa e recolha de conteúdos pelos repositórios, a tecnologia dos metadados foi aqui incluída. Os metadados consideram a informação sobre a informação armazenada, no nosso caso de estudo, sobre conteúdos passíveis de serem utilizados em contexto de formação. Esta informação adicional sobre conteúdos age como ponte para facilitar a descoberta e o acesso aos conteúdos pretendidos. O *Dublin Core* (DC) - que se aplica a

recursos digitais em geral - e a sua extensão *Learning Object Metadata* (LOM), do IEEE - que se aplica especificamente a recursos de aprendizagem - foram os grupos de metadados estudados e apresentados. A literatura consultada evidencia que, como para os Sistemas de Classificação, a compatibilidade é mais facilmente alcançada quando diferentes repositórios utilizam o mesmo corpo de metadados.

Na mira dos nossos objectivos (identificar formas de organização dos conteúdos para a sua utilização e interoperabilidade) foram estudadas, nesta dissertação, linguagens de marcação, cuja função é a de qualificar componentes dentro dos conteúdos, possibilitando a sua maior estruturação e exploração.

Finalmente, no estudo de tecnologias que melhoram a organização de conteúdos em objectos de aprendizagem que, por sua vez, facilitam a interoperabilidade, foram estudadas e apresentadas normas de compatibilidade e de comunicação para as plataformas de aprendizagem LMSs e LCMSs. Nestas, foi dada especial relevância ao *Instructional Management Systems* (IMS), *Aviation Industry CBT Committee Computer-Managed Instruction* (AICC CMI) e principalmente ao *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM), pela sua adopção generalizada pelas principais instituições que trabalham nesta área, conforme informação recolhida na análise da literatura científica.

Como a granularidade condiciona a interoperabilidade, com já foi dito antes, foi apresentado o estudo desta característica segundo diferentes perspectivas, assim como o modo como ela interage com a interoperabilidade. Como resultado deste estudo, podemos afirmar que a interoperabilidade diminui com a redução do nível da granularidade. Para ultrapassar esta questão, surgiram as normas de compatibilidade que melhoram a interoperabilidade dos recursos de baixa granularidade.

Depois da abordagem da temática da organização de conteúdos tendente à sua interoperabilidade, foram estudados os aspectos ligados às plataformas de aprendizagem e repositórios. Depois de um estudo das plataformas tecnológicas de suporte a bibliotecas digitais e das plataformas de disponibilização de conteúdos de aprendizagem, foram aprofundadas duas delas, de qualidade reconhecida: a plataforma *DSpace*, que é um *software* de gestão de repositórios de recursos digitais, e a *Easy Education*, uma plataforma vocacionada para disponibilizar conteúdos de aprendizagem a alunos; ambas as plataformas foram produzidas com o apoio do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) - USA. Pesou para esta opção, o facto de estas plataformas estarem disponíveis na Universidade do Minho: o *DSpace*, como repositório do trabalho intelectual produzido por professores e alunos, e o *Easy Education*, em regime experimental para a aprendizagem electrónica.

O estudo do *DSpace*, programa reconhecido na gestão de recursos digitais, teve em vista verificar o seu bom desempenho, também, no caso de recursos de eAprendizagem, ou conteúdos de aprendizagem, considerando as suas características próprias face aos recursos digitais gerais, de forma a dar cabal suporte às Bibliotecas Digitais de Conteúdos de Aprendizagem.

O estudo destas plataformas envolveu a análise das tecnologias adequadas que são suportadas tanto pela plataforma *Easy Education* como pelo *DSpace*, e que apoiam a interoperabilidade (compatibilidade), quer entre elas, quer delas com o exterior, já que a interoperabilidade entre a plataforma *Easy Education* e o *DSpace* e destas com o exterior permite o estabelecimento de uma rede de objectos de aprendizagem, no pressuposto de que os conteúdos podem ser acedidos à distância, utilizando a tecnologia *Web*. Para aplicação dos seus recursos numa aprendizagem organizada e programada, é necessário gerir o acesso e os conteúdos.

O estudo permite-nos registar que, com vista à integração com outras ferramentas, é necessário que o *DSpace*, o *Easy* e outras ferramentas suportem as mesmas normas e especificações. Concluímos que as normas SCORM, IEEE LOM, IMS e AICC CMI são as normas e especificações que a prática mostra serem as que melhor permitem a compatibilidade dos conteúdos entre sistemas.

Constatámos que, para melhor atingir esse objectivo, a norma SCORM prevê a compactação dos conteúdos em ficheiros, no formato *Zip*, enquanto o *DSpace* permite armazenar documentos nesse formato, segundo o demonstra a realidade prática. No entanto, embora o *Easy Education* reconheça o formato SCORM, por enquanto não tem capacidade de desagregar conteúdos SCORM (SCOs) compactados (formato *Zip*). Isso habilitou-nos a concluir que, entretanto, é melhor guardar os conteúdos em formatos normalizados vulgares (doc, pdf, jpg, gif, etc.), de preferência em HTML e XML, enquanto não surgir aquela funcionalidade no *Easy*.

Concluímos, a partir deste trabalho, que, para facilitar a sua reutilização, os conteúdos deverão ser armazenados no *DSpace* com o nível de granularidade mais elevado possível, embora possam ser armazenados com qualquer granularidade. Vimos que a reutilização de conteúdos exige a utilização de um corpo de metadados para mais facilmente serem descobertos e recuperados. Os metadados associados deverão ser do conjunto IEEE LOM (*Dubin Core* extendido aos recursos de aprendizagem), porque melhor os descreve – evidenciado na revisão de literatura - e é muito utilizado nos repositórios institucionais.

A acrescentar ao exposto, constatámos que o IMS fornece conjuntos de estruturas pedagógicas que admitem a navegação entre conteúdos, permitindo, dessa forma, um estudo em função dos interesses e necessidades dos alunos, bem como do seu perfil. O *Easy Education*, por enquanto, ainda não contempla esta funcionalidade.

Este estudo permitiu-nos saber que o AICC CMI disponibiliza uma maneira de trocar informação de controlo entre os conteúdos e LMSs, enquanto o *Easy Education*, por enquanto, também não permite esta comunicação.

Este estudo deixa chegar à conclusão de que, embora com limitações, é possível a transferência da produção científica dos repositórios para ambientes de aprendizagem, concretamente do *DSpace* para a *Easy Education*. É possível a recolha, utilização e transformação desses recursos em conteúdos de aprendizagem ou aulas planeadas e o seu posterior armazenamento novamente no *DSpace*.

A fim de melhorar a integração dos sistemas em estudo - *DSpace* e *Easy* e outras LMS compatíveis - foram apontadas algumas recomendações no final da dissertação. A adição ao sistema de uma ferramenta de autor compatível servirá de “ponte” entre o *DSpace* e o *Easy*.

Uma equipa do MIT está a preparar um versão de *DSpace* que suporta o SCORM. Quando essa versão sair a público, os conteúdos SCORM poderão ser salvaguardados e preservados no repositório *DSpace*, para reutilização e partilha. Como esta mesma entidade, MIT, está na génese do *Easy Education*, é natural que surja, futuramente, a integração completa destas ferramentas.

## 11.2 – Resultados

Demos conta, da pesquisa efectuada, que as tecnologias de apoio à aprendizagem por meios electrónicos têm sofrido nos últimos anos uma grande evolução. Pressionada por essa evolução, por um lado, e pela necessidade de formação rápida e com sucesso, por outro, as estratégias de ensino têm-se diversificado e multiplicado, resultando em cada vez melhor formação, seja à distância, seja presencial.

Isso explica a grande aceitação pelas organizações interessadas na formação, pelas grandes empresas e pela comunidade académica, em todo o mundo. Não quer isto dizer que a utilização das tecnologias de aprendizagem esteja a ser massiva e generalizada - longe disso; mas está a ir nesse sentido e não se prevê qualquer retrocesso. É na formação profissional que se vê maior utilização, mas começam a aparecer muitas iniciativas noutros graus de ensino.

Responsáveis por este cada vez maior interesse são grupos e organizações e grupos de organizações que trabalham cada vez mais em conjunto para melhorarem a tecnologia e os métodos de apoio à aprendizagem electrónica. Todas as entidades responsáveis pelas estruturas analisadas, neste estudo, têm equipas a trabalharem continuamente, para melhorarem e difundirem, por todo o mundo, essas tecnologias. De todas elas são emitidas mensagens, dirigidas a especialistas, no intuito de angariarem sugestões de melhoria ou de alteração.



As questões da reutilização e da interoperabilidade, pela sua importância, vieram reforçar o interesse no estudo e na utilização destas tecnologias. Foram elas, as questões, que de certo modo fizeram com que os grupos de interesse trabalhassem em conjunto e levassem a que todo o estudo tomasse um novo rumo, mais comum.

Um elemento preponderante nesse rumo é a importância dada aos conteúdos de aprendizagem: à sua eficácia, ao seu valor pedagógico, à sua organização, reutilização e interoperabilidade.

O estudo efectuado leva-nos a concluir que o SCORM, o IMS e o IEEE LOM são as tecnologias de organização de conteúdos que mais se vão impor no mercado da aprendizagem electrónica. Como vimos, o SCORM e o IMS adoptaram os metadados LOM do IEEE e o SCORM adoptou especificações do IMS para “empacotar” e sequenciar conteúdos. O IEEE é uma entidade que acredita novas normas e especificações IEEE (depois de comprovadas e aprovadas). Actualmente, estas organizações estão a trabalhar em conjunto com vista ao desenvolvimento de normas, especificações e recomendações comuns (ADL, 2004). A associação destas organizações vai com certeza impulsionar o uso destas normas para a interoperabilidade de conteúdos de aprendizagem. Um factor crítico para a difusão rápida na comunidade educativa é a simplificação da utilização destas tecnologias, que ainda é muito complexa para utilizadores pouco alfabetizados nas tecnologias da informação, desviando dela a esmagadora maioria desses potenciais utilizadores.

Um facto adverso para a interoperabilidade é a existência de muitos conteúdos proprietários que correm apenas em plataformas também proprietárias. Cada organismo pode ter métodos de organização, normas e metadados próprios para os seus conteúdos. Mesmo dentro das especificações, normas e metadados abertos (e referidos neste estudo), cada organismo pode seleccionar um conjunto particular próprio, que mais se relaciona com o seu contexto, o que não simplifica a interoperabilidade. Apesar de muitas tecnologias serem proprietárias, é unânime o reconhecimento da “interoperabilidade para a sobrevivência”, pelo que essas mesmas tecnologias implementam normas que, ao favorecer a interoperabilidade, permitem enquadrá-las como peças de um *puzzle* gigante.

Outros modelos poderão existir, assim como outros poderão surgir, conforme as necessidades. Contudo, há um grande espaço para a interoperabilidade e para a reutilização aberta de conteúdos de aprendizagem.

Antes de deixar esta secção, devemos apontar alguns contributos que pensamos ter alcançado:

1 – Apresentámos uma ideia geral do estado da organização de conteúdos e das suas formas (conforme objectivo inicial 1);

2 – Expusémos algumas tecnologias de suporte à organização de conteúdos e a sua evolução (conforme objectivo inicial 2);

3 – Clarificámos os conceitos de interoperabilidade e granularidade e as suas relações (subjacentes aos objectivos 1 e 2);

4 - Identificámos e relacionámos as principais normas e especificações para a interoperabilidade de conteúdos e sistemas (subjacente aos objectivos 1, 2 e 4);

5 – Apontámos caminhos para a integração do *Easy* e do *Dspace* (conforme objectivos 3 e 4);

6 – Indicámos alguns caminhos para trabalhos futuros.

Considerando os objectivos iniciais delineados, a saber:

1 - Identificar e comparar formas de organização de conteúdos de aprendizagem;

2 - Comparar e listar tecnologias de organização de conteúdos de aprendizagem;

3 - Propor complementos às tecnologias identificadas;

4 - Estabelecer recomendações para selecção das tecnologias adequadas para suportar a plataforma *Easy Education* e o repositório *Dspace* e a interoperabilidade, quer entre eles, quer deles com o exterior;

perante o trabalho realizado, somos levados a concluir que eles foram razoavelmente atingidos. Esperamos que, com este trabalho, mais autores de conteúdos se interessem por esta problemática e utilizem ferramentas compatíveis com o SCORM, para que surjam grandes redes de partilha de conteúdos de aprendizagem de qualidade, com os benefícios que se reconhecem.

### 11.3 – Limitações

Não se pretendeu mostrar aqui toda a informação que existe sobre o uso e a interoperabilidade de recursos de aprendizagem de diferentes granularidades. Seria impossível. Pretendeu-se, sim, fazer um diagnóstico do estado actual desta temática. Sendo que este trabalho se debruçou sobre conteúdos planeados para serem disponibilizados pela *Web*, fez sentido que as fontes utilizadas fossem predominantemente alcançadas através da *Internet*. Embora fosse a forma realista de chegar mais depressa ao conhecimento mais recente, não pretendemos menosprezar o valor sempre presente do livro impresso como fonte de conhecimento.

Por questões de direito de propriedade da plataforma *Easy*, o campo de trabalho experimental ficou limitado à sua exploração ao nível do utilizador, para além de informações colhidas junto dos quadros técnicos do SAPIA e do GSI da Universidade do Minho responsáveis pela instalação e manutenção da plataforma.

## 11.4 – Trabalho Futuro

Parece-nos, nesta abordagem, que há espaços a serem explorados. Conciliar as tecnologias disponíveis com um maior desempenho das estruturas de classificação de conteúdos é um desafio a encetar no trabalho futuro.

No final do capítulo seis, apresentámos algumas iniciativas que estão em desenvolvimento. Estar atento às divulgações públicas dos resultados dessas iniciativas e analisar a forma como melhoram o trabalho aqui apresentado, mostrará diversos caminhos de pesquisa e prova. Devemos dar algum realce à iniciativa do IMS no que se refere à gestão de ePortofólios e no impacto que produzirá na carreira dos utilizadores. Achamos que, pela sua importância ao longo da vida das pessoas, o tema carece de facto de um estudo aprofundado e da sua necessária e útil divulgação.

Em relação ao *DSpace* e ao *Easy*, aponta-se seis caminhos para trabalho futuro:

- 1 - O estudo e implementação da interface para ligar os dois sistemas;
- 2 - O estudo e implementação de uma ferramenta de autor compatível para integrar os dois sistemas;
- 3 - O estudo, implementação e programação de uma API para assegurar as comunicações entre o *Easy* e os SCOs;
- 4 – Experimentação das tecnologias aqui apresentadas;
- 5 - Integração efectiva das tecnologias referidas;
- 6 – Melhoramento das tecnologias e serviços da Web semântica.

Em linha de conta deverão ser consideradas a promessa do *DSpace* em suportar o SCORM e a aceitação, pelo *Easy Education*, das recomendações aqui apresentadas.

## 11.5 – Encerramento

Procuramos, com este trabalho, dar um contributo para melhorar o desempenho das pessoas e das organizações; das pessoas perante a sociedade, em geral, na sua participação e responsabilidades, e das pessoas nas organizações, em particular, para aumentarem a sua capacidade de intervenção. Pretendemos proporcionar uma via de maior eficácia, de forma a potenciar um maior êxito e satisfação dos indivíduos, enquanto formandos ou profissionais. Por acréscimo, a iniciativa visou elevar o grau de conhecimentos, de motivação e realização pessoal dos formadores, sobretudo se encarnam também o papel de construtores de conteúdos.

É nosso desejo que este trabalho proporcione um contributo para a integração do saber académico, na área da organização dos Conteúdos de Aprendizagem em Bibliotecas Digitais.

## REFERÊNCIAS

- ACM (2003). The ACM Computing Classification System, ACM. <http://www.acm.org/class/>.
- ADL (2004). SCORM - Sharable Content Object Reference Model. : <http://www.adlnet.org/>.
- AICC (2001). Computer Managed Instruction (CMI) Guidelines for Interoperability V3.5. <http://www.aicc.org/>.
- Allert, H., Hadhami Dhaief, Wolfgang Nejdil (2002). How are Learning Objects Used in Learning Processes? Instructional Roles of Learning Objects in LOM. <http://projekte.learninglab.uni-hannover.de/pub/bscw.cgi/d6193/How%20are%20Learning%20Objects%20Used%20in%20Learning%20Processes.%20PDF-file>.
- ALTRC (2004). SCORM - Sharable Content Object Reference Model. <http://www.altrc.org/specification.asp>.
- Arapı, P., Moumoutzis, N., Christodoutzis, S. (2003). Supporting Interoperability in an Existing e-Learning Platform Using SCORM. 3rd IEEE International Conference. <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/8621/27318/01215137.pdf>.
- Baptista, A. (1999). "A Utilização do Dublin Core Qualificado na Descrição Semântica de uma Revista Científica em Linha." [www.Repositorium.sdum.uminho/APSI\\_analise](http://www.Repositorium.sdum.uminho/APSI_analise).
- Baptista, A. (2002). Informática Online - Um Enquadramento para a Publicação em Linha de Revistas Científicas. <http://hdl.handle.net/1822/284>.
- Baptista, A. A. e. M. F. (2005). The use of Taxonomies as a Way to achieve Interoperability and Improved Resource Discovery in DSpace-based Repositories. XATA2005 XML: Aplicações e Tecnologias Associadas, Braga, Portugal. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/865/1/actas-xata2005-20050214.pdf>.
- Berkeley (2004). Berkeley Standard Distribution Licence. <http://www.opensource.org/licenses/bsdlicense>. php.
- Berners-Lee, T., James Hendler, Ora Lassila (2001). The Semantic Web, Scientific American. <http://www.sciam.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html>.
- Borbinha, J., Freire, Nuno (2002). Metadados, Biblioteca Nacional. <http://metadados.bn.pt/Conceitos.html>.
- Brase, J. (2003). Ontologies and Metadata for eLearning. [www.kbs.uni-hannover.de/Arbeiten/Publikationen/2003/Ontologies\\_for\\_elearning.pdf](http://www.kbs.uni-hannover.de/Arbeiten/Publikationen/2003/Ontologies_for_elearning.pdf).
- Brusilovsky, P. (2004). KnowledgeTree: A Distributed Architecture for Adaptive e-Learning. International World Wide Web Conference, New York, ACM Press. [www2004.org/proceedings/docs/2p104.pdf](http://www2004.org/proceedings/docs/2p104.pdf).

- Bryan, M. (1997). An introduction to the Extensible Markup Language (XML), SGML Centre. [www.sgml.u-net.com/xmlintro.htm](http://www.sgml.u-net.com/xmlintro.htm).
- Canto, N. F. (2004). O Uso de Ferramentas de Autoria para Construção de Sistemas Tutores Inteligentes, Escola Politécnica da Universidade de S.Paulo. [www.cinted.ufrgs.br/files/tutoriais/](http://www.cinted.ufrgs.br/files/tutoriais/).
- Carvalho, A. (2004). Tutoriais de Alan Carvalho. <http://www.alancarvalho.com.br/tutoriais/index.html>.
- Cisco Systems, I. (2000). Reusable Learning Object Strategy: Definition, Creation Process, and Guidelines for Building. <http://www.cisco.com>.
- Coulter, N. e. a. (1998). "Computing Classification System 1998: Current Status and Future Maintenance." *ACM*. <http://www.acm.org/class/1998/ccsup.pdf>.
- Davenport, T. e. a. (1998). "Working Knowledge: How organizations manage what they know." *Harvard Business School Press*.
- Dewey (2003). Dewey Decimal Classification System. <http://www.tnrplib.bc.ca/dewey.html#500>.
- Doorten, M., Bas Giesbers, José Janssen, and J. D. a. R. Koper (2003). Transforming existing content into reusable Learning Objects, Open University of the Netherlands.
- DSpace (2005). DSpace. <http://www.dspace.org>.
- Dspace (2005). Metadata. <http://dspace.org/technology/metadata.html>.
- DSpace Dev (2005). DSpace Dev@Universidade do Minho, Universidade do Minho. [http://dspace-dev.dsi.uminho.pt:8080/pt/research\\_about.jsp](http://dspace-dev.dsi.uminho.pt:8080/pt/research_about.jsp).
- Dublin Core (2005). The Dublin Core Metadata Initiative. <http://purl.org/dc/>.
- Duncan, C. e. L. C., Jenny Slater, Gerry Graham (2002). Using Metadata in Packaged e-Learning Content: Common Practice in the UK, CETIS e Learning an Teaching Scotland. <http://www.jorum.ac.uk/docs/word/usingMetadata.doc>.
- Dutra, R. (2003). Scormização de Assets simples (Single Item Packager), Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [www.cinted.ufrgs.br/files/tutoriais/scorm/](http://www.cinted.ufrgs.br/files/tutoriais/scorm/).
- EELS (2003). EI Classification. <http://eels.lub.lu.se/ei/7.html>.
- EI (2004). Ei Classification Code, Engineering Information Inc. <http://www.ei.org/>.
- Ellis, R. K. (2001). LCMS Roundup, ASTD. <http://www.learningcircuits.org/2001/aug2001/ttools.html>.
- Ferreira, M. (2003). Manual de Instruções. <http://papadocs.dsi.uminho.pt>.

- Figueira, M. e. J. L. e. o. (2003). Qualidade no e-Learning em Portugal, SAF/Nova Base. <http://portal.aprendernanet.com/scorm/pdf/Relat%C3%B3rio.pdf>.
- Freitas, O. e. o. (2001). Vias Teaching Environment. Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM'01), Berkeley, CA, USA, IEEE. <http://intl.ieeexplore.ieee.org/iel5/7657/20918/00969765.pdf?isnumber=&arnumber=969765>.
- Gavrilovska, A., Vladimir Trajkovic, Danco Davcev (1998). A Virtual Classroom Based on Reusable Object Oriented Components. Technology of Object-Oriented Languages, 1998. TOOLS 26. <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?isnumber=15423>.
- Godby, C. (2004). What Do Application Profiles Reveal about the Learning Object Metadata Standard?, ARIADNE. <http://www.ariadne.ac.uk/issue41/godby/>.
- Google (2004). Google Scholar, Google. <http://scholar.google.com>.
- Grissom, S. e. o. (1999). Developing a Digital Library Of Computer Science Teaching Resources, ACM Education Board. <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=316572.358289>.
- GSI (2005). Infraestrutura Tecnológica de Suporte ao EASY. Challenges 2005 - IV Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Braga, Gabinete dos Serviços de Informação da Universidade do Minho, Centro de Competência Nónio Sec. XXI.
- Hummel, H. e. o. (2004). Educational modelling language and learning design: new opportunities for instructional reusability and personalised learning, Inderscience Enterprises, Ltd. <http://www.inderscience.com/storage/fl16710392512481.pdf>.
- Ikematu, R. S. (2003). Gestão de Metadados: Sua Evolução na Tecnologia da Informação, Celepar. <http://dici.ibict.br/archive/00000308/>.
- IMS (2003). IMS Project. <http://www.imsproject.org/>.
- IMS (2004). IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsglobal.org/>.
- INSPEC (2004). Classification. [http://www.ncsi.iisc.ernet.in/dbaccess/spirs\\_inspec.php](http://www.ncsi.iisc.ernet.in/dbaccess/spirs_inspec.php).
- Kiel-Chisholm, S. e. B. F. (2006). The Rise of Open Access in the Creative, Educational and Science Commons. <http://eprints.qut.edu.au/archive/00003693/>.
- Koch, T., Michael Day (1997). The role of classification schemes in Internet resource description and discovery, Desire. [http://www.ub.lu.se/desire/radar/reports/D3.2.3/class\\_v10.html](http://www.ub.lu.se/desire/radar/reports/D3.2.3/class_v10.html).
- Koper, R., Bill Olivier (2004). "Representing the learning design of units of learning." IEEE Periodical. [http://ifets.ieee.org/periodical/7\\_3/10.pdf](http://ifets.ieee.org/periodical/7_3/10.pdf).
- Koper, R., Jocelyn Manderveld (2004a). "Educational Modelling Language Modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning." British Journal of Educational Technology. <http://www.ingentaconnect.com/content/bpl/bjet/2004/00000035/00000005/art00003>.

Koper, R., René van Es (2004b). "Modeling units of learning from a pedagogical perspective." <http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>.

LTSC, I. (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata. <http://ltsc.ieee.org/wg12/>.

LusoDSpace (2005). DSpace-Dev @ University of Minho, Universidade do Minho. <http://dspace-dev.dsi.uminho.pt>.

McIlwaine, I. (2004). The Universal Decimal Classification: a guide to its use. <http://www.udcc.org/guide.htm>.

Modro, N. R., Paas, L., et Rodriguez, A.M. (2002). "The Brazilian Virtualizing Project: Using Virtual Education to Bring Public School Teachers Closer to Modern Reality." Journal of the United States Distance Learning Association. [http://www.usdla.org/html/journal/DEC02\\_Issue/article05.html](http://www.usdla.org/html/journal/DEC02_Issue/article05.html).

MR, e. a. (2000). MSC2000. <http://www.emis.de/MS2000/>.

Nejdl, W., Changtao Qu (2002). Towards Interoperability and Reusability of Learning Resources: a SCORMconformant Courseware for Computer Science Education, LTTF IEEE. [http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t1603\\_icalt024\\_End.pdf](http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t1603_icalt024_End.pdf).

Nilsson, M. e. o. (2002). SemanticWeb Meta-data for e-Learning - Some Architectural Guidelines. 11th World Wide Web Conference (WWW2002), Hawaii, USA, CID-Centre For User Oriented It Design. <http://kmr.nada.kth.se/papers/SemanticWeb/p744-nilsson.pdf>.

OAI (2005). Open Archives Initiative. <http://www.openarchives.org>.

OSI (2006). OSI - Open Source Initiative, OSI. <http://www.opensource.org/docs/definition.php>.

Patschke, K. (2000). Melvil Dewey, the father of librarianship. <http://www.booktalking.net/books/dewey/>.

Paulesky, J. (2004). Visão Geral dos Projectos de Capacitação a Distância LED/UFSC, Inofor. [www.inofor.pt/upload/inofor/ content/Evento\\_Fadis\\_jordan\\_paulesky.ppt](http://www.inofor.pt/upload/inofor/content/Evento_Fadis_jordan_paulesky.ppt).

Qin, J. e. N. H. (2004). Ontological Representation of Learning Objects: Building Interoperable Vocabulary and Structures. www2004, New York - USA, ACM. [www.www2004.org/proceedings/docs/2p348.pdf](http://www.www2004.org/proceedings/docs/2p348.pdf).

Qu, C., Wolfgang Nejdl (2002). Towards Interoperability and Reusability of Learning Resources: a SCORMconformant Courseware for Computer Science Education, LTTF IEEE. [http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t1603\\_icalt024\\_End.pdf](http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t1603_icalt024_End.pdf).

Robbins, S. R. (2002). The Evolution of the Learning Content Management System, LearningCircuits. <http://www.learningcircuits.org/2002/apr2002/robbins.html>.

Robson, R. (2000). Report on Learning Technology Standards. ED-Media 2000, Association for the Advancement of Computers in Education.  
<http://www.eduworks.net/robby/papers/edmedia2000.pdf>.

Robson, R. (2004). Reusable Learning - Enabling the Reuse of Learning Content.  
<http://www.reusablelearning.org/index.asp?id=28>.

Rodrigues, E. e. a. (2004). " RepositóriUM: criação e desenvolvimento do Repositório Institucional da Universidade do Minho." <http://hdl.handle.net/1822/422>.

Rohde, G. (2004). Proposta de referências com enfoque pragmático para o desenvolvimento de conteúdo instrucional no padrão SCORM, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC. [http://www.webensino.com.br/docs/dissertacao\\_scorm.pdf](http://www.webensino.com.br/docs/dissertacao_scorm.pdf).

Rustici, M. (2004). Two Minute SCORM Overview for Developers.  
<http://www.adlnet.org/index.cfm?fuseaction=developer&pageview=viewarticle&ID=12>.

Saddik, A. e. a. (2001). "Reusability and Adaptability of Interactive Resources In Web-Based Educational Systems." ACM Journal of Educational Resources in Computing .  
<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=376697.376699>.

Sant'Ana, C. (2003). Virtualizando - Experiência de um Curso Via E-Learning, Universidade Federal de Santa Catarina. <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/10717.pdf>.

SAPIA (2004). EASY-Manual do Tutor, Serviço de Apoio Informático à Aprendizagem da Universidade do Minho.

SCORM (2004). SCORM - Sharable Content Object Reference Model. <http://www.adlnet.org/>.

Shen, Z., Yuanchun Shi, Guangyou Xu (2002). A Learning Resource Metadata Management System Based on LOM Specification, Computer Science Department, Tsinghua University.  
<http://www.celtsc.edu.cn/download/shenshixu0209.pdf>.

SIMILE (2004). Semantic Interoperability of Metadata and Information in unLike Environments. <http://simile.mit.edu>.

Simões, D., R. Luís, N. Horta (2004). Enhancing the SCORM metadata model. 13th international World Wide Web conference, New York, ACM Press - USA.  
[www.www2004.org/proceedings/docs/2p238.pdf](http://www.www2004.org/proceedings/docs/2p238.pdf).

Sloep, P. (2003). Learning Objects: The Answer To The Knowledge Economy's Predicament, IEEE. [http://ifets.ieee.org/periodical/7\\_3/10.pdf](http://ifets.ieee.org/periodical/7_3/10.pdf).

Souza, M., Laurimar Vendrusco, Geane Melo (2000). Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão Dublin Core. [www.ibict.br/cienciadainformacao/include/getdoc.php?id=613&article=309&mode=pdf](http://www.ibict.br/cienciadainformacao/include/getdoc.php?id=613&article=309&mode=pdf).



Suthers, D. e. a. (2002). "Learning Object Metadata for a Database of Primary and Secondary School Resources." <http://lilt.ics.hawaii.edu/lilt/papers/2001/suthers-et-al-ILE-2001.pdf>.

Tansley, R. e. o. (2005). DSpace System Documentation: Contents, DSpace. <http://dspace.org/technology/system-docs/>.

UDC, C. (2004). Universal Decimal Classification. <http://www.udcc.org/>.

UMDLPS (2002). OAIs,ter, University of Michigan Digital Library Production Service. <http://oaister.umdl.umich.edu/o/oaister/>.

Veltman, K. (1999). Knowledge Package Construction and Conceptual Navigation using A System for Universal Media Searching (SUMS), Technology for Enhancing Learning Centre, University of Toronto. <http://www.mmi.unimaas.nl/people/Veltman/articles/sums/Knowledge%20Package%20Construction%20and%20Conceptual%20Navigation%20using%20SUMS.html>.

w3 (1999). XML-in-10-points. <http://www.w3.org/XML/1999/XML-in-10-points>.

Wagner, E. D. (2002). "Steps to Creating a Content Strategy for Your Organization." *The eLearning Developers' Journal*. <http://www.elearningguild.com/pdf/2/102902MGT-H.pdf>.

Wiki (2004). Wikipedia, Wikimedia Foundation, Inc. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page).

Wiley, G., Recker (2001). A reformulation of the issue of learning object granularity and its implications for the design of learning objects. [www.Reusability.org/granularity.pdf](http://www.Reusability.org/granularity.pdf).

Woodley, M. S. (2001). Glossary, Dublin Core. <http://dublincore.org/documents/2001/04/12/usageguide/glossary.shtml>.

Woodley, M. S. (2003). DCMI Glossary, DCMI. <http://dublincore.org/documents/2003/08/26/usageguide/glossary.shtml>.

Xiang, X. (2003). A Conformance Test Suite of Localized LOM Model, Computer Science Department, Tsinghua University, China. <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/icalt/2003/1967/00/19670288.pdf>.

DEWEY DECIMAL CLASSIFICATION SYSTEM (DDC)
---

**000 Generalities**

**100 Philosophy & psychology**

- 101 Theory of philosophy
- 102 Miscellany of philosophy
- 107 Education, research in philosophy
- 108 Kinds of persons in philosophy
- 109 Historical treatment of philosophy
- 110 Metaphysics
- 111 Ontology
- 113 Cosmology (Philosophy of nature)
- 114 Space
- 115 Time
- 116 Change
- 117 Structure
- 118 Force & Energy
- 119 Number & quantity
- 120 Epistemology, causation, humankind
- 121 Epistemology (Theory of knowledge)
- 122 Causation
- 123 Determinism & indeterminism
- 124 Teleology
- 126 The self
- 127 The unconscious & the subconscious
- 128 Humankind
- 129 Origin & destiny of individual souls
- 130 Paranormal phenomena
- 131 Occult methods for achieving well-being
- 133 Parapsychology & occultism
- 135 Dreams & mysteries
- 137 Divinatory graphology
- 138 Physiognomy
- 139 Phrenology
- 140 Specific philosophical schools
- 141 Idealism & related systems
- 142 Critical philosophy
- 143 Intuitionism & Bergsonism
- 144 Humanism & related systems
- 145 Sensationalism
- 146 Naturalism & related systems
- 147 Pantheism & related systems
- 148 Liberalism, eclecticism, traditionalism
- 149 Other philosophical systems
- 150 Psychology
- 152 Perception, movement, emotions, drives

153 Mental processes & intelligence  
154 Subconscious & altered states  
155 Differential & developmental psychology  
156 Comparative psychology  
158 Applied psychology  
160 Logic  
161 Induction  
162 Deduction  
165 Fallacies & sources of error  
166 Syllogisms  
167 Hypotheses  
168 Argument & persuasion  
169 Analogy  
170 Ethics (Moral philosophy)  
171 Systems & doctrines  
172 Political ethics  
173 Ethics of family relationships  
174 Economic & professional ethics  
175 Ethics of recreation & leisure  
176 Ethics of sex & reproduction  
177 Ethics of social relations  
178 Ethics of consumption  
179 Other ethical norms  
180 Ancient, medieval, Oriental philosophy  
181 Oriental philosophy  
182 Pre-Socratic Greek philosophies  
183 Sophistic & Socratic philosophies  
184 Platonic philosophy  
185 Aristotelian philosophy  
186 Skeptic and Neoplatonic philosophies  
187 Epicurean philosophy  
188 Stoic philosophy

**200 Religion**

**300 Social sciences**

**400 Language**

**500 Natural sciences & mathematics**

**600 Technology (Applied sciences)**

**700 The arts**

**800 Literature & rhetoric**

**900 Geography & history**

## **Anexo II**

ESTRUTURA DE CLASSIFICAÇÃO EI
-------------------------------

### **400 Civil Engineering**

### **500 Mining Engineering**

### **600 Mechanical Engineering**

#### **600 Mechanical Engineering, General**

620 Nuclear Technology

622 Radioactive materials

622.5 Radioactive wastes

### **700 Electrical Engineering**

700 Electrical Engineering, General

710 Electronics and Communication Engineering

720 Computers and Data Processing

723 Computer Software, Data Handling and Applications

723.1 Computer Programming

723.2 Data Processing

723.3 Database Systems

723.4 Artificial Intelligence

723.5 Computer Applications

730 Control Engineering

740 Light and Optical Technology

750 Sound and Acoustical Technology

### **800 Chemical Engineering**

### **900 Engineering, General**

### Anexo III

#### ESTRUTURA DE CLASSIFICAÇÃO INSPEC

#### Physics Classification

CC	CL – Campo de Classificação
<b>AO</b>	<b>General</b>
A01	Communication, education, history, and philosophy
A02	Mathematical methods in physics
A03	Classical and quantum physics; mechanics and fields
A04	Relativity and gravitation
A05	Statistical physics and thermodynamics
A06	Measurement science, general laboratory techniques, and instrumentation systems
A07	Specific instrumentation and techniques of general use in physics
<b>A1</b>	<b>The physics of elementary particles and fields</b>
A11	General theory of fields and particles
A12	Specific theories and interaction models; particle systematics
A13	Specific reactions and phenomenology
A14	Properties of specific particles and resonances
<b>A2</b>	<b>Nuclear physics</b>
A21	Nuclear structure
A23	Radioactivity and electromagnetic transitions
A24	Nuclear reactions and scattering: general
A25	Nuclear reactions and scattering: specific reactions
A27	Properties of specific nuclei listed by mass ranges
A28	Nuclear engineering and nuclear power studies
A29	Experimental methods and instrumentation for elementary-particle and nuclear physics
<b>A3</b>	<b>Atomic and molecular physics</b>
A32	Atomic spectra and interactions with photons
A33	Molecular spectra and interactions with photons
A34	Atomic and molecular collision processes and interactions
A35	Properties of atoms and molecules; instruments and techniques
A36	Studies of special atoms and molecules
<b>A4</b>	<b>Classical areas of phenomenology</b>
A41	Electricity and magnetism; fields and charged particles
A42	Optics
A43	Acoustics
A44	Heat flow, thermal and thermodynamic processes
A46	Mechanics, elasticity, rheology
A47	Fluid dynamics
<b>A5</b>	<b>Fluids, plasmas and electric discharges</b>
A51	Kinetic and transport theory of fluids; physical properties of gases
A52	The physics of plasmas and electric discharges

<b>A6</b>	<b>Condensed matter: structure, thermal and mechanical properties</b>
A61	Structure of liquids and solids; crystallography
A62	Mechanical and acoustic properties of condensed matter
A63	Lattice dynamics and crystal statistics
A64	Equations of state, phase equilibria, and phase transitions
A65	Thermal properties of condensed matter
A66	Transport properties of condensed matter (nonelectronic)
A67	Quantum fluids and solids; liquid and solid helium
A68	Surfaces and interfaces; thin films and whiskers
<b>A7</b>	<b>Condensed matter: electronic structure, electrical, magnetic, and optical properties</b>
A71	Electron states in condensed matter
A72	Electronic transport in condensed matter
A73	Electronic structure and electrical properties of surfaces, interfaces, and thin films
A74	Superconductivity
A75	Magnetic properties and materials
A76	Magnetic resonances and relaxation in condensed matter; Mossbauer effect
A77	Dielectric properties and materials
A78	Optical properties and condensed matter spectroscopy and other interactions of matter with particles and radiation
A79	Electron and ion emission by liquids and solids; impact phenomena
<b>A8</b>	<b>Cross-disciplinary physics and related areas of science and technology</b>
A81	Materials science
A82	Physical chemistry
A86	Energy research and environmental science
A87	Biophysics, medical physics, and biomedical engineering
<b>A9</b>	<b>Geophysics, astronomy and astrophysics</b>
A91	Solid Earth physics
A92	Hydrospheric and lower atmospheric physics
A93	Geophysical observations, instrumentation, and techniques
A94	Aeronomy, space physics, and cosmic rays
A95	Fundamental astronomy and astrophysics, instrumentation and techniques and astronomical observations
A96	Solar system
A97	Stars
A98	Stellar systems; Galactic and extragalactic objects and systems; Universe

### Electrical and Electronic Engineering Classification

<b>CC</b>	<b>CL – Campo de Classificação</b>
<b>BO</b>	<b>General topics, engineering mathematics and materials science</b>
B01	General electrical engineering topics
B02	Engineering mathematics and mathematical techniques
B05	Materials science for electrical and electronic engineering materials
<b>B1</b>	<b>Circuit theory and circuits</b>
B11	Circuit theory
B12	Electronic circuits
B13	Microwave technology

<b>B2</b>	<b>Components, electron devices and materials</b>
B21	Passive circuit components, cables, switches and connectors
B22	Printed circuits, thin film, thick film and hybrid integrated circuits
B23	Electron tubes
B25	Semiconductor materials and devices
B28	Dielectric materials and devices
<b>B3</b>	<b>Magnetic and superconducting materials and devices</b>
B31	Magnetic materials and devices
B32	Superconducting materials and devices
<b>B4</b>	<b>Optical materials and applications, electro-optics and optoelectronics</b>
B41	Optical materials and devices
B42	Optoelectronic materials and devices
B43	Lasers and masers
<b>B5</b>	<b>Electromagnetic fields</b>
B51	Electric and magnetic fields
B52	Electromagnetic waves, antennas and propagation
<b>B6</b>	<b>Communications</b>
B61	Information and communication theory
B62	Telecommunication
B63	Radar and radionavigation
B64	Radio, television and audio
<b>B7</b>	<b>Instrumentation and special applications</b>
B71	Measurement science
B72	Measurement equipment and instrumentation systems
B73	Measurement of specific variables
B74	Elementary particle and nuclear instrumentation
B75	Medical physics and biomedical engineering
B76	Aerospace facilities and techniques
B77	Earth sciences
B78	Sonics and ultrasonic
B79	Military systems and equipment
<b>B8</b>	<b>Power systems and applications</b>
B81	Power networks and systems
B82	Generating stations and plants
B83	Power apparatus and electric machines
B84	Direct energy conversion and energy storage
B85	Power utilisation
B86	Industrial applications of power

### Computers and Control Technology Classification

<b>CC</b>	<b>CL – Campo de Classificação</b>
<b>CO</b>	<b>General and management topics</b>
C01	General control topics
C02	General computer topics
C03	Management topics

<b>C1</b>	<b>Systems and control theory</b>
C11	Mathematical techniques
C12	Systems theory and cybernetics
C13	Control theory
<b>C3</b>	<b>Control technology</b>
C31	Control and measurement of specific variables
C32	Control equipment and instrumentation
C33	Control applications
<b>C4</b>	<b>Numerical analysis and theoretical computer topics</b>
C41	Numerical analysis
C42	Computer theory
<b>C5</b>	<b>Computer hardware</b>
C51	Circuits and devices
C52	Logic design and digital techniques
C53	Computer storage equipment and techniques
C54	Analogue and digital computers and systems
C55	Computer peripheral equipment
C56	Data communication equipment and techniques
<b>C6</b>	<b>Computer software</b>
C61	Software techniques and systems
<b>C7</b>	<b>Computer applications</b>
C71	Business and administration
C72	Information science and documentation
C73	Natural sciences computing
C74	Engineering computing
C78	Other computer applications
<b>C1</b>	<b>Systems and control theory</b>
C11	Mathematical techniques
C12	Systems theory and cybernetics
C13	Control theory

### Information Technology Classification

<b>CC</b>	<b>CL – Campo de Classificação</b>
D1	General & Management aspects
D2	Applications
D3	General systems and equipment
D4	Office automation – communications
D5	Office automation – computing



## **Anexo IV**

<b>MATHEMATICS SUBJECT CLASSIFICATION (MSC)</b>
---

### **49 Calculus of variations and optimal control**

- 49-00 General reference works
- 49-01 Instructional exposition
- 49-02 Research exposition
- 49-03 Historical
- 49-04 Explicit machine computation and programs
- 49-06 Proceedings, conferences, collections, etc.
- 49-99 Calculus of variations and optimal control; optimization

### **53 Differential geometry**

### **58 Global analysis, analysis on manifolds**

### **65 Numerical analysis.**

### **68 Computer Science**

### **70 Mechanics of particles and systems**

### **73 Mechanics of solids**

### **74 Mechanics of deformable solids**

### **76 Fluid mechanics**

### **90 Economics, Operations research, programming, games**

### **90 Operations research, mathematical programming**

### **91 Game theory, economics, social and behavioral sciences**

### **92 Biology and other natural sciences. Behavioral sciences**

### **92 Biology and other natural sciences**

### **97 Mathematics education**

## **Anexo V**

ACM COMPUTING CLASSIFICATION SYSTEM (CCS)
---

### **A. General Literature**

### **B. Hardware**

### **C. Computer Systems Organization**

#### **C.0 General**

#### **C.1 Processor Architectures**

#### **C.2 Computer-Communication Networks**

##### C.2.0 General

##### C.2.1 Network Architecture and Design

##### C.2.2 Network Protocols

##### C.2.3 Network Operations

##### C.2.4 Distributed Systems

###### Client/server

###### Distributed applications

###### Distributed databases

###### Network operating *systems*

##### C.2.5 Local and Wide-Area Networks

##### C.2.6 Internetworking

##### C.2.m Miscellaneous

#### **C.3 Special-Purpose And Application-Based Systems**

#### **C.4 Performance Of Systems**

#### **C.5 Computer System Implementation**

#### **C.m Miscellaneous**

### **D. Software**

### **E. Data**

### **F. Theory of Computation**

### **G. Mathematics of Computing**

#### **G.0 General**

#### **G.1 Numerical Analysis**

##### G.1.0 General

##### G.1.1 Interpolation

##### G.1.2 Approximation

##### G.1.3 Numerical Linear Algebra

##### G.1.4 Quadrature and Numerical Differentiation

##### G.1.5 Roots of Nonlinear Equations

##### G.1.6 Optimization

##### G.1.7 Ordinary Differential Equations

##### G.1.8 Partial Differential Equations

##### G.1.9 Integral Equations

##### G.1.10 Applications

##### G.1.m Miscellaneous

**G.2 Discrete Mathematics**

G.2.0 General

G.2.1 Combinatorics

G.2.2 Graph Theory

G.2.3 Applications

G.2.m Miscellaneous

**G.3 Probability and Statistics**

**G.4 Mathematical Software**

**G.m Miscellaneous**

H. Information Systems

I. Computing Methodologies

J. Computer Applications

K. Computing Milieux

## Anexo VI

LIBRARY OF CONGRESS CLASSIFICATION SYSTEM (LCCS)
--

A	GENERAL WORKS
B	PHILOSOPHY--RELIGION
C	AUXILIARY SCIENCES OF HISTORY
D	HISTORY: GENERAL AND OLD WORLD
E-F	HISTORY OF AMERICA
G	GEOGRAPHY, ANTHROPOLOGY, FOLKLORE, ETC.
H	SOCIAL SCIENCES
J	POLITICAL SCIENCE
K	LAW
L	EDUCATION
M	MUSIC
N	FINE ARTS
P	LANGUAGE AND LITERATURE
Q	SCIENCE
.	
.	
.	
QC	Physics
.	
.	
.	
R	MEDICINE
S	AGRICULTURE
T	TECHNOLOGY
U	MILITARY SCIENCE
V	NAVAL SCIENCE
Z	BIBLIOGRAPHY AND LIBRARY SCIENCE

## Anexo VII

Esquema Base LOM v1.0		
Número	Nome	Descrição
1.	General	Agrupa a informação geral que descreve o OA <sup>50</sup> como um todo.
1.1.	Identifier	Rótulo que identifica o OA.
1.1.1	Catalog	Nome ou Designação da Identificação ou Esquema de Catalogação (ISO/IEC 10646-1:2000) <sup>51</sup>
1.1.2	Entry	Valor do Identificador dentro da Identificação ou do Esquema de Catalogação que identifica o OA.
1.2	Title	Nome dado ao OA.
1.3	Language	Língua usada no OA.
1.4	Description	Descrição textual do conteúdo do OA.
1.5	Keyword	Palavra-Chave ou frase descritiva do tópico do OA.
1.6	Coverage	Momento, cultura, situação geográfica ou região destino da OA.
1.7	Structure	Estrutura organizacional subjacente (Atómico <sup>52</sup> , Colecção <sup>53</sup> , Em rede <sup>54</sup> , Hierárquica <sup>55</sup> ou Linear <sup>56</sup> ) do AO.
1.8	Agregação Level	A Granularidade funcional do OA (1, 2, 3 ou 4)
2.	Life Cycle	Descreve o historial, o estado e as entidades que afectaram o OA durante a sua evolução.
2.1	Version	A edição do OA.
2.2	Status	Estado de conclusão ou condição do OA.
2.3.	Contribute	As entidades que contribuíram para o OA durante o seu ciclo de vida.
2.3.1	Role	Tipo de contribuição (Autor, publicador, editor, iniciador, finalizador, validador, etc.)
2.3.2	Entity	Identificação ou informação sobre as entidades que contribuíram para o OA.
2.3.3	Date	Data da contribuição
3.	Meta-MetaData	Descreve o registo de metadados utilizados (Identificação, Criador e como, quando e com que referências)
3.1.	Identifier	Rótulo único que identifica o registo de metadados
3.1.1	Catalog	Nome, ou designador da Identificação ou Esquema de catalogação (Repertório do ISSO/IEC10646-1:2000)

<sup>50</sup> OA – Objecto de Aprendizagem.

<sup>51</sup> Information technology – Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS) – Part 1: Architecture and Basic Multilingual Plane

<sup>52</sup> Indivisível.

<sup>53</sup> Conjunto de objectos sem relações especificadas entre eles.

<sup>54</sup> Conjunto de objectos com relações entre eles não especificadas.

<sup>55</sup> Conjunto de objectos cujas relações podem ser representadas por uma estrutura em árvore.

<sup>56</sup> Conjunto de objectos completamente ordenados (relações “antes” e “depois”)

Esquema Base LOM v1.0		
Número	Nome	Descrição
3.1.2	Entry	Valor do identificador da Identificação ou do Esquema de Catalogação que designa ou identifica o registo de metadados
3.2.	Contribute	Entidades que afectaram o estado dos metadados durante o ciclo de vida.
3.2.1	Role	Tipo de contribuição (Criador ou validador).
3.2.2	Entity	Identificação ou informação sobre as entidades contribuidoras dos metadados.
3.2.3	Date	Data da contribuição
3.3	Metadata Scheme	Nome e versão da especificação usada para criar os metadados.
3.4	Language	Língua utilizada nos metadados.
4.	Technical	Descreve os requisitos técnicos e as características do OA.
4.1	Format	Tipo de dados dos OA ou dos seus componentes.
4.2	Size	Medida do OA em bytes (Descomp.)
4.3	Location	<i>String</i> usada para aceder (URL ou URI).
4.4.	Requirement	Capacidade técnica necessária para usar o OA.
4.4.1.	OrComponent	Grupo de múltiplos requisitos.
4.4.1.1	Type	Tecnologia requerida para usar o AO (Hardware, software, rede, etc.).
4.4.1.2	Name	Nome da tecnologia requerida.
4.4.1.3	Minimum Version	Versão mínima da tecnologia.
4.4.1.4	Maximum Version	Versão máxima da tecnologia.
4.5	Installation Remarks	Descrição da instalação do OA.
4.6	Other Platform Requirements	Informação sobre outros requisitos de software e hardware.
4.7	Duration	Tempo que o OA toma no seu uso.
5.	Educational	Descreve questões educacionais ou características pedagógicas do OA.
5.1	Interactivity Type	Modo de aprendizagem predominante suportado pelo AO (Docs activos: Simulação, questionário, exercício, problema; Docs expositivos: hipertexto, vídeo, gráficos, áudio; ou Docs <i>mix</i> : hypermedia)
5.2	Learning Resource Type	Especifica o tipo do OA definido no OED:1989 <sup>57</sup> ( Exercício, simulação, questionário, diagrama, figura, gráfico, índice, slide, tabela, texto narrativo, exame, experiência, problema, auto-avaliação, leitura)
5.3	Interactivity Level	Grau de interactividade que caracteriza este OA (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto).
5.4	Semantic Density	Grau de concisão do OA.

<sup>57</sup> Oxford English Dictionary, 2nd Ed. 1989

Esquema Base LOM v1.0		
Número	Nome	Descrição
5.5	Intended End User Role	Principal utilizador para o qual o OA foi designado (Professor, autor, aluno ou gestor)
5.6	Context	Ambiente principal de aprendizagem (Escola, Universidade, Formação ou outra).
5.7	Typical Age Range	Idade típica do utilizador (“7-9”, “5”, “15-18”, “Adultos”, etc.).
5.8	Difficulty	Grau de dificuldade (muito simples, simples, médio, difícil e muito difícil)
5.9	Typical Learning Time	Tempo típico tomado pelo utilizador do OA.
5.10	Description	Comentários ou como o OA pode ser utilizado.
5.11	Language	Língua usada pelo utilizador
6.	Rights	Descreve os direitos de propriedade e condições de utilização do OA.
6.1	Cost	Se exige pagamento
6.2	Copyright and Other Restrictions	Se copyright ou outras restrições são aplicadas.
6.3	Description	Comentários ou condições de utilização.
7.	Relation	Define relações com outros OA.
7.1	Kind	Natureza da relação com 7.2 baseada no Dublin Core: ispartof : é parte de haspart : tem parte isversionof : é versão de hasversion : tem versão isformatof : é formato de hasformat : tem formato references : referências isreferencedby: é referenciado por isbasedon : é baseado em isbasisfor : é base para requires : requer isrequiredby : é requerido por
7.2	Resource	O OA alvo da relação referida em 7.1
7.2.1.	Identifier	Rótulo único que identifica o OA alvo
7.2.1.1	Catalog	Nome ou designador da identificação ou esquema de catalogação
7.2.1.2	Entry	O valor do identificador entre a identificação ou esquema de catalogação do OA alvo.
7.2.2	Description	Descrição do OA alvo.
8.	Annotation	Descreve comentários da utilização educacional do OA e quando e quem comentou.
8.1	Entity	Entidade que comentou
8.2	Date	Data dos comentários
8.3	Description	O conteúdo dos comentários

Esquema Base LOM v1.0		
Número	Nome	Descrição
9.	Classification	Descreve onde o OA se insere num sistema de classificação.
9.1	Purpose	O objectivo da classificação do AO: Disciplina Ideia Pré-requisito Objectivo educacional Acessibilidade Restrições Nível educacional Nível da competência Nível de segurança Aptidão.
9.2.	Taxon Path	Um caminho taxonómico de um sistema de classificação especificado. Cada nível sucessor é um refinamento na definição do nível precedente.
9.2.1	Source	Nome do sistema de classificação ( Pode ser qualquer taxonomia reconhecida, ACM, LOC, UDC, DDC, etc ou outra)
9.2.2.	Taxon	Um termo particular dentro de uma taxonomia
9.2.2.1	Id	O identificador do taxon, combinação de números ou letras fornecidos pelo sistema de classificação.
9.2.2.2	Entry	Etiqueta textual do taxon
9.3	Description	Descrição do OA face ao objectivo (9.1) – disciplina, ideia, nível de competência, objectivo educacional, etc..
9.4	Keyword	Palavras chave ou frases descritivas do OA face ao objectivo (9.1) – acessibilidade, nível de segurança, etc



## Anexo VIII

AICC CMI TERM	AICC "Hierarchy of CBT Components"		
	Curriculum		
COURSE	Course	<p>A complete unit of training. A course generally represents what a student needs to know in order to perform a set of related skills or master a related body of knowledge.</p> <p>Course structure provides a method to group lessons into sequences for assignment. This entails support for lesson hierarchies which allow the course developer to define predecessor and successor relationships."</p>	
BLOCK		<p>An arbitrarily defined grouping of course components. Blocks are composed of related assignable units or other blocks.</p> <p>This is a term used in the AICC document CMI Guidelines for Interoperability. A block may correspond to any level of the AICC instructional hierarchy above lesson, up to and including course.</p>	
	Chapter		
	Sub-Chapter		
	Module		
Assignable Unit (AU) (aka: lesson)	Lesson	<p>The smallest element of instruction or testing to which a student may be routed by a CMI system. It is the smallest unit the CMI system assigns and tracks.</p> <p>A program or lesson launched by the CMI system.</p> <p><b>Lesson:</b> A meaningful division of learning that is accomplished by a student in a continuous effort -- that is at one sitting. That part of the learning that is between designed breaks. Frequently requires approximately 20 minutes to an hour.</p> <p>OR</p> <p>A grouping of instruction that is controlled by a single executable computer program.</p> <p>Or</p> <p>A unit of training that is a logical division of a subchapter, chapter, or course.</p>	
	Topic		
	Sequence		
	Frame		
	Object		

## Anexo IX

Mapeamento de LOM para o Dublin Core Metadata Element Set	
Elemento DC	Correspondente LOM
DC. Identifier	1.1.2 General.Identifier.Entry
DC. Title	1.2 General.Title
DC. Language	1.3 General.Language
DC.Description	1.4 General.Description
DC.Subject	1.5 General.Keyword ou 9 Classification com 9.1 Classification.Purpose igual a “Disciplina” ou “Conhecimento”.
DC.Coverage	1.6 General.Coverage
DC.Type	5.2 Educational.Learning Resource Type
DC.Date	2.3.3 LifeCycle.Contribute.Date quando 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role tem o valor de “Publisher”
DC.Creator	2.3.2 LifeCycle.Contribute.Entity quando 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role tem o valor de “Author”
DC.OtherContributor	2.3.2 LifeCycle.Contribute.Entity com o tipo de contribuição especificada em 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role.
DC.Publisher	2.3.2 LifeCycle.Contribute.Entity quando 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role tem o valor de “Publisher”
DC.Format	4.1 Technical.Format
DC.Rights	6.3 Rights.Description
DC.Relation	7.2.2 Relation.Resource.Description
DC.Source	7.2 Relation.Resource quando o valor de 7.1 Relation.Kind é “IsBasedOn”.

## Anexo X

<b>Tipo MIME<sup>58</sup></b>	<b>Descrição</b>	<b>Extensão</b>	<b>Nível</b>
application/octet-stream	Desconhecido	qualquer não listado	não suportado
application/pdf	Adobe PDF	pdf	suportado
text/xml	XML	xml	suportado
text/plain	Text	txt, asc	suportado
text/html	HTML	htm, html	suportado
application/msword	Microsoft Word	doc	conhecido
application/vnd.ms-powerpoint	Microsoft Powerpoint	ppt	conhecido
application/vnd.ms-excel	Microsoft Excel	xls	conhecido
application/marc	MARC	marc, mrc	suportado
image/jpeg	JPEG	jpeg, jpg	suportado
image/gif	GIF	gif	suportado
image/png	image/png	png	suportado
image/tiff	TIFF	tiff, tif	suportado
audio/x-aiff	AIFF	aiff, aif, aifc	suportado
audio/basic	audio/basic	au, snd	conhecido
audio/x-wav	WAV	wav	conhecido
video/mpeg	MPEG	mpeg, mpg, mpe	conhecido
text/richtext	RTF	rtf	suportado
application/vnd.visio	Microsoft Visio	vsd	conhecido
application/x-filemaker	FMP3	fm	conhecido
image/x-ms-bmp	BMP	bmp	conhecido
application/x-photoshop	Photoshop	psd, pdd	conhecido
application/postscript	Postscript	ps, eps, ai	suportado
video/quicktime	Video Quicktime	mov, qt	conhecido
audio/x-mpeg	MPEG Audio	mpa, abs, mpega	conhecido
application/vnd.ms-project	Microsoft Project	mpp, mpx, mpd	conhecido
application/mathematica	Mathematica	ma	conhecido
application/x-latex	LateX	latex	conhecido
application/x-tex	TeX	tex	conhecido
application/x-dvi	TeX dvi	dvi	conhecido
application/sgml	SGML	sgm, sgml	conhecido
application/wordperfect5.1	WordPerfect	wpd	conhecido
audio/x-pn-realaudio	RealAudio	ra, ram	conhecido
image/x-photo-cd	Photo CD	pcd	conhecido

<sup>58</sup> Identificador de tipo do *Multipurpose Internet Mail Extensions* (MIME).

## Anexo XI

Element	Qualifier	Scope Note
contributor		A person, organization, or service responsible for the content of the resource. Catch-all for unspecified contributors.
contributor	Advisor	Use primarily for thesis advisor.
contributor	Author	
contributor	Editor	
contributor	Illustrator	
contributor	Other	
coverage	Spatial	Spatial characteristics of content.
coverage	Temporal	Temporal characteristics of content.
creator		Do not use; only for harvested metadata.
date		Use qualified form if possible.
date	Accessioned	Date DSpace takes possession of item.
date	Available	Date or date range item became available to the public.
date	Copyright	Date of copyright.
date	Created	Date of creation or manufacture of intellectual content if different from date.issued.
date	Issued	Date of publication or distribution.
date	Submitted	Recommend for theses/dissertations.
identifier		Catch-all for unambiguous identifiers not defined by qualified form; use identifier.other for a known identifier common to a local collection instead of unqualified form.
identifier	Citation	Bibliographic citation for works that have been published as a part of a larger work, e.g. journal articles, book chapters.
identifier	Govdoc	Government document number
identifier	Isbn	International Standard Book Number
identifier	Issn	International Standard Serial Number
identifier	Sici	Serial Item and Contribution Identifier
identifier	Ismn	International Standard Music Number
identifier	Other	A known identifier type common to a local collection.
identifier	Uri	Uniform Resource Identifier
description		Catch-all for any description not defined by qualifiers.
description	Abstract	Abstract or summary.
description	Provenance	The history of custody of the item since its creation, including any changes successive custodians made to it.
description	Sponsorship	Information about sponsoring agencies, individuals, or contractual arrangements for the item.
description	statementofresponsibility	To preserve statement of responsibility from MARC records.
description	tableofcontents	A table of contents for this item.
description	Uri	Uniform Resource Identifier pointing to description of this item.
format		Catch-all for any format information not defined by qualifiers.
format	Extent	Size or duration.
format	Medium	Physical medium.

Element	Qualifier	Scope Note
format	Mimetype	Registered MIME type identifiers.
language		Catch-all for non-ISO forms of the language of the item, accommodating harvested values.
language	Iso	Current ISO standard for language of intellectual content, including country codes (e.g. "en_US").
publisher		Entity responsible for publication, distribution, or imprint.
relation		Catch-all for references to other related items.
relation	Isformatof	References additional physical form.
relation	Ispartof	References physically or logically containing item.
relation	Ispartofseries	Series name and number within that series, if available.
relation	Haspart	References physically or logically contained item.
relation	Isversionof	References earlier version.
relation	Hasversion	References later version.
relation	Isbasedon	References source.
relation	isreferencedby	Pointed to by referenced resource.
relation	Requires	Reference resource is required to support function, delivery, or coherence of item.
relation	Replaces	References preceeding item.
relation	Isreplacedby	References succeeding item.
relation	Uri	References Uniform Resource Identifier for related item.
rights		Terms governing use and reproduction.
rights	Uri	References terms governing use and reproduction.
source		Do not use; only for harvested metadata.
source	Uri	Do not use; only for harvested metadata.
subject		Uncontrolled index term.
subject	Classification	Catch-all for value from local classification system; global classification systems will receive specific qualifier.
subject	Ddc	Dewey Decimal Classification Number
subject	Lcc	Library of Congress Classification Number
subject	Lcsh	Library of Congress Subject Heading
subject	Mesh	Medical Subject Headings
subject	Other	Local controlled vocabulary.
title		Title statement/title proper.
title	Alternative	Varying (or substitute) form of title proper appearing in item, e.g. abbreviation or translation.
type		Nature or genre of content.

## Anexo XII – Empacotamento Scorm pelo *Click2learn*

Para empacotar um conteúdo, o *Click2Learn* disponibiliza, ao utilizador, um assistente adequado que consiste numa interface gráfica interactiva, desdobrada num conjunto de janelas, cada uma correspondente a um passo necessário para o empacotamento.

Depois da abertura do assistente, a primeira operação solicitada é a de seleccionar o Activo previamente construído e guardado numa pasta; **Figura 24:**

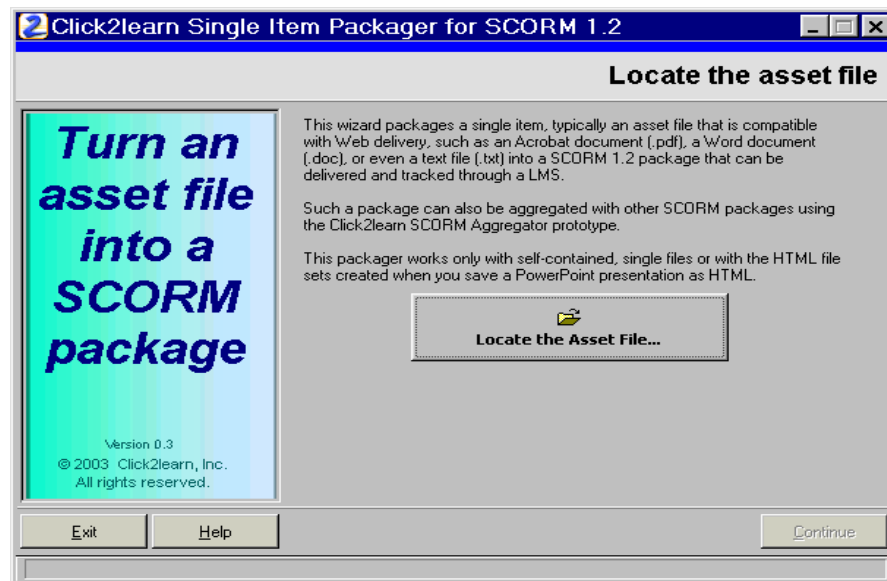


Fig. 24: Assistente do Click2Learn (retirado de Dutra, 2003).

Na janela seguinte, devem ser indicadas as opções de apresentação no que diz respeito à informação de “completo” relativamente ao conteúdo que a LMS vai emitir; **Figura 25:**

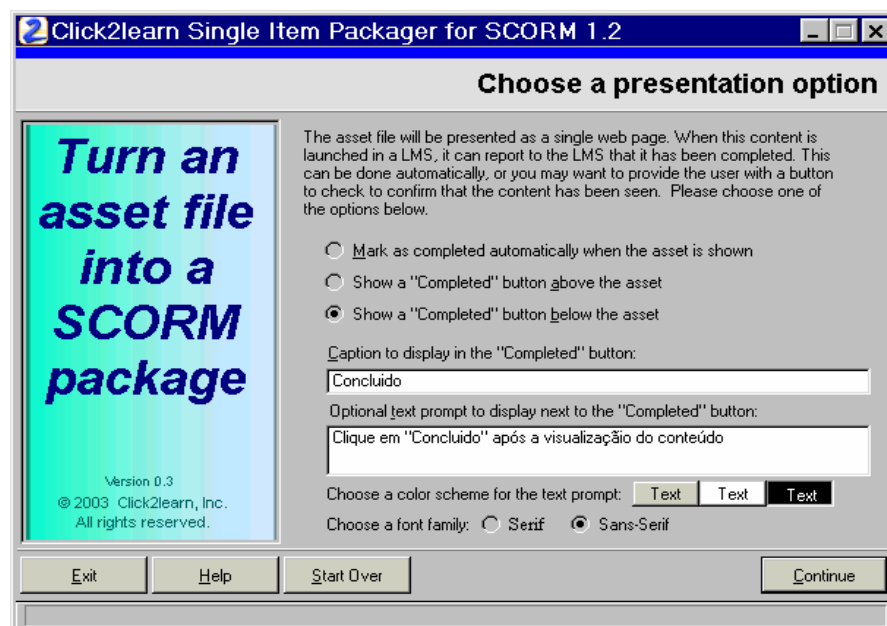


Fig. 25: Informações de Apresentação (retirado de Dutra, 2003).

Os passos seguintes (outras janelas) são muito importantes. Trata-se de introduzir os metadados que irão descrever o recurso para futuras pesquisas. Como sabemos, o SCORM adoptou o corpo de metadados do IEEE LOM e, do corpo total, devem ser seleccionados os que melhor descrevem os conteúdos numa situação específica:

1 – *General* – São preenchidos os dados gerais do objecto. É obrigatório escrever o título, uma descrição, palavras-chave e identificação (de um catálogo); **Figura 26:**

The screenshot shows the 'General' tab of the SCORM 1.2 metadata form. The fields are as follows:

- Title of the described object:** Aula de SCORM
- Description of the object:** Introdução ao SCORM
- Keywords:** SCORM, Objetos de Aprendizagem
- Identifier:** Dize.doc.200308291123
- Primary language of the described object:** English

Buttons at the bottom include 'Add', 'View details / Modify', 'Copy and modify copy', and 'Remove'. The footer indicates '© 2002-2003 Click2learn, Inc. - All rights reserved. Version 0.9k'.

**Fig. 26: Dados Gerais do Objecto** (retirado de Dutra, 2003).

2 - *Life Cycle* – Neste ponto, na entrada dos dados do Ciclo de Vida, deve-se preencher o “Status” (estado de conclusão) e a versão do conteúdo. Pode-se incluir uma lista de contribuidores; **Figura 27:**

The screenshot shows the 'Life Cycle' tab of the SCORM 1.2 metadata form. The fields are as follows:

- Version:** 1.0
- Status:** Final
- Contributions:**

Date	Role	Entity
2003-10-01	Author	Renato Dutra

Buttons at the bottom include 'Add', 'View details / Modify', 'Copy and modify copy', and 'Remove'. The footer indicates '© 2002-2003 Click2learn, Inc. - All rights reserved. Version 0.9k'.

**Fig. 27: Ciclo de Vida do Conteúdo** (retirado de Dutra, 2003).

3 – *Technical* – Não é necessário preencher nada, neste passo, porque o assistente encarrega-se de o fazer automaticamente.

4 – *Educational* – Remete para o botão final, *Classification*.

5 - *Rights* - Refere direitos de autor e restrições à utilização; **Figura 28:**

General

Life Cycle

Technical

Educational

**Rights**

Classification

Cost: No. There is no cost associated with the use of this object.

Copyright or other restrictions: No. There is no copyright or restriction on this object.

Description: Este é objeto não tem custos para fins académicos

SCORM 1.2 requires a value for Cost and Copyright or other restrictions

Help OK Cancel

© 2002-2003 Click2learn, Inc. - All rights reserved. Version 0.9k

**Fig. 28: Direitos e Restrições** (retirado de Dutra, 2003).

6 – *Classification* – Neste espaço deve(m) ser indicado(s) o(s) objectivo(s) associado(s) a uma descrição, palavras-chave e/ou *items* de uma taxonomia, que pode(m) corresponder a um dos Sistema de Classificação apresentados neste trabalho (exemplo: Sistema de Classificação ACM);

**Figura 29:**

General

Life Cycle

Technical

Educational

Rights

**Classification**

Classification entries

Purpose	Elements defined in this entry
Idea	Description, Keywords

Add View details / Modify Copy and modify copy Remove

Each classification entry may contain a description, keywords, and/or a "taxon path". Click Add if you want to add such an entry.

A "taxon path" is a list of one or more taxons. A taxon is a node in a taxonomy tree. For example, in the taxon path "animal > mammal > cat", each word is the label of a taxon in a taxonomy of animals.

SCORM 1.2 requires at least one entry that includes a description and one or more keywords.

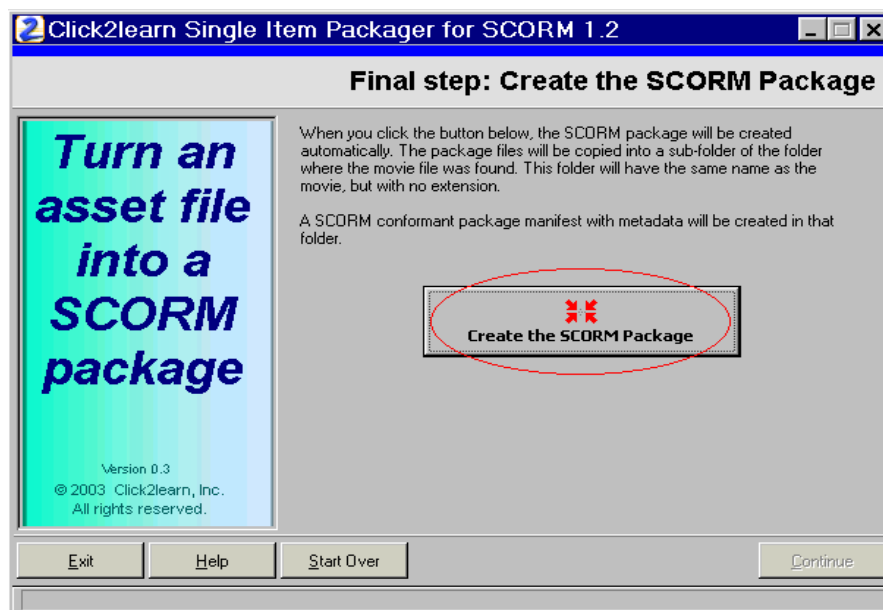
Help OK Cancel

© 2002-2003 Click2learn, Inc. - All rights reserved. Version 0.9k

**Fig. 29: Classificação do Conteúdo** (retirado de Dutra, 2003).



Para gerar os componentes SCORM a empacotar, neste assistente, basta premir um botão - “*Create SCORM Package*”; **Figura 30**.



**Fig. 30: Passo Final – Criar Empacotamento SCORM** (retirado de Dutra, 2003).

Como consequência, surgem todos os ficheiros necessários numa sub-pasta dentro da pasta onde se encontra o Activo. Além do arquivo respeitante ao Activo, surgem ainda: o arquivo do manifesto, em XML, que contém a estrutura e a organização do pacote; o arquivo que contém os metadados, em XML; os arquivos *JavaScript* que contém as funções de comunicação entre o objecto e um LMS, para a interoperabilidade; arquivos HTML que têm o Activo embebido; e arquivos de Esquema XML com as definições dos arquivos XML gerados.

Para colocar todos estes ficheiros num pacote (*Content Package*), basta utilizar um programa de compressão; vimos já que suporta o *PKZip*. O ficheiro *Zip* daí resultante é um Pacote de Conteúdo SCORM.

Este pacote está pronto a ser utilizado pelo *Easy*, pelo que poderá ser salvaguardado no repositório *DSpace*.

## Definições Adoptadas

Nesta secção iremos apresentar as definições que adoptámos para usar na presente dissertação. Tal adopção teve fundamento no seu uso generalizado patente na revisão de literatura de relevo efectuada.

Sendo assim, um **Recurso de Aprendizagem** é qualquer representação da informação que é usada numa experiência de aprendizagem (ADL, 2004). Pode ter vários níveis de agregação (Robson, 2000).

Um **Conteúdo de Aprendizagem** é um recurso de aprendizagem independente que, por si só ou associado com outros, pode constituir um objecto de aprendizagem (Sloep, 2003).

Um **Objecto de Aprendizagem** (OA) é qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante uma aprendizagem apoiada por tecnologia - definição adoptada do IEEE LTSE (LTSC, 2002). Podem ser activos *media*, texto, exercícios, programa de estudo, etc. e ter metadados associados ou não (Koper, 2004b). No entanto, para habilitar o uso de tais objectos numa maneira inteligente, eles devem ser etiquetados com o que eles contêm, o modo como comunicam e os existentes requisitos relativamente ao seu uso. Este requisito, para os objectos de aprendizagem, está relacionado com a etiquetagem e os metadados.

Um objecto de aprendizagem não é necessariamente um objecto digital; contudo, este trabalho incidiu sobre objectos de aprendizagem que são armazenados em formato digital.

A representação de objectos de aprendizagem deve envolver conteúdos e metadados. Como muitos outros objectos digitais, os objectos de aprendizagem têm estruturas preenchidas com componentes de conteúdos, tais como objectivos de aprendizagem, procedimentos, conceitos, prática e avaliação. Eles também necessitam de metadados para descrever quem são os criadores, do que tratam e quem tem que direitos sobre eles - dessa maneira, os utilizadores podem descobrir, instalar e utilizar estes objectos de aprendizagem (Qin, 2004).

O modelo de objecto de aprendizagem do IEEE é caracterizado pela ideia de que pedaços independentes de conteúdos educacionais podem ser criados e relacionados para fornecer uma experiência educacional. Para a programação orientada a objectos e programação orientada a componentes, esta abordagem assume que estes pedaços são independentes, embora possam ter referências a outros objectos e possam ser combinados ou sequenciados para formar maiores (mais complexas) unidades educacionais. Estes pedaços de conteúdos educacionais podem ser de qualquer tipo interactivo (ex: simulação) ou passivo (ex: animação simples) e podem ser de qualquer tipo ou formato *media* (Saddik, 2001).

Uma **Unidade de Aprendizagem** é a mais pequena unidade que fornece eventos de aprendizagem a alunos, satisfazendo um ou mais objectivos de aprendizagem inter-relacionados (Koper, 2004b). Tanto pode ser uma lição como uma disciplina ou um módulo (Nejdl, 2002).

A **Figura 31** mostra uma representação conceptual para recursos de aprendizagem genéricos.

**Fig. 31: Representação conceitual para Recursos de Aprendizagem.**

**Normas Técnicas** são especificações que partilham termos, interfaces, representações, práticas, etc.. Se um artefacto (computador, rede de computadores, programa de *software* ou representação de dados) é construído para ser compatível com uma norma técnica, então tal norma assegura que múltiplos interessados serão capazes de interpretar ou interagir com tal artefacto sem necessitar de ajuda do seu criador (Suthers, 2002).

Uma **Classificação**, por definição, é um sistema, uma estrutura ou um esquema lógico para a organização do conhecimento, geralmente por assunto. Os esquemas de classificação são

alfabéticos e/ou numéricos (Wiki, 2004). Por sua vez, um **Esquema** é uma combinação de elementos ordenada e sistemática, ou seja, um conjunto de regras para codificar a informação que apoia uma comunidade específica de utilizadores (Woodley, 2001).

A **Taxonomia** pode referir-se tanto a uma classificação hierárquica das coisas, como aos princípios que baseiam a classificação. Quase tudo - objectos animados, objectos inanimados, lugares e eventos – pode ser classificado de acordo com algum esquema taxonómico (Wiki, 2004).

Uma **Taxonomia de Aprendizagem** é uma estrutura-base para o planeamento de actividades lectivas. Ex.: Taxonomia de *Bloom*.

Uma **Ontologia** é um esquema conceptual exaustivo e rigoroso num dado domínio. Tipicamente, é uma estrutura de dados contendo todas as entidades relevantes, as suas relações e regras (teoremas e regulações) no âmbito desse domínio (Wiki, 2004).

**Thesaurus** é uma lista de palavras com significados semelhantes ou relacionados (Wiki, 2004). E é, também, um vocabulário controlado de termos ou conceitos que são estruturados automaticamente (relações pai/filho) ou como equivalências (sinónimos), e termos relacionados (associativo) (Woodley, 2001).

Um **Vocabulário Controlado** é um conjunto prescrito de termos consistentemente utilizados e cuidadosamente definidos (Woodley, 2001).

Os **Metadados**, em geral, são “dados sobre dados”; funcionalmente, são “dados estruturados sobre dados”. Os Metadados incluem dados associados tanto a um sistema de informação como a um objecto de informação com o propósito de descrição, administração, requisitos legais, funcionalidade técnica, utilização e forma de utilização e preservação (Woodley, 2003).

**Web Semântica** é uma extensão da *Web* corrente em que se dá um significado bem preciso à informação, aumentando a possibilidade de trabalho cooperativo entre computadores e entre pessoas (Berners-Lee, 2001). Segundo a visão de Tim Berners-Lee, a *Web* seria como uma base de dados global em que a infraestrutura da *Web* Semântica permitiria às máquinas fazer deduções e organizar a informação como os humanos. Nessa arquitectura, haveria lugar à semântica (significado das coisas), à estrutura (organização dos elementos) e à sintaxe (comunicação) (Woodley, 2003).

**World Wide Web Consortium** é um consórcio industrial internacional, fundado em Outubro de 1994, para conduzir a WWW à sua potencialidade máxima, pelo desenvolvimento de protocolos comuns que promovam a sua evolução e assegurem a sua interoperabilidade (Woodley, 2003).

**Instância de Metadados** é uma ocorrência específica de Metadados de um recurso de informação (Woodley, 2003).

Um **Activo** (*Asset*) é a forma mais básica de recurso de aprendizagem. Os Activos são representações electrónicas de *media*, como texto, imagens, som, objectos de avaliação ou outra qualquer peça de dados que possam ser traduzidos por um cliente *Web* e apresentados a um aluno. Mais do que um Activo podem ser adicionados para criar outros. Em alguns casos, podem ser apresentados como parte de uma experiência de aprendizagem (ADL, 2004).

Um **SCO**, Objecto de Conteúdo Partilhável (*Sharable Content Object*), é uma colecção de um ou mais Activos SCORM, que representa um recurso de aprendizagem singular e apresentável, que utiliza o SCORM RTE para comunicar com uma LMS. A única diferença entre um SCO e um Activo é que o SCO comunica com uma LMS (ADL, 2004).

Para a Cisco Systems, um objecto de aprendizagem segue um modelo conceptual, **RIO** (*Reusable Information Object*), a partir do qual ele é constituído por *items* de conteúdo, *items* de prática e *items* de avaliação, tendo em vista um objectivo bem determinado (Cisco Systems, 2000).

A **Organização de Conteúdos**, no SCORM, é um mapa que representa a utilização planeada de conteúdos através de unidades de instrução estruturadas (Actividades). O mapa mostra como as Actividades se relacionam umas com as outras (ADL, 2004).

Segundo a Cisco Systems, a **Organização de Conteúdos** segue o mesmo princípio, mas as unidades de instrução são geradas a partir de RIOs (Cisco Systems, 2000).

O **Ficheiro Manifesto** (*Manifest File*), no SCORM, é um documento em XML que contém um inventário estruturado dos conteúdos de aprendizagem existentes num “pacote” (Package) (ADL, 2004).

A **Árvore de Actividade**, no SCORM, é uma estrutura conceptual de actividades de aprendizagem geridas por cada aluno (ADL, 2004).

A **Granularidade** de um recurso digital de aprendizagem refere-se ao tamanho, à decomponibilidade e ao grau em que um recurso é planeado para ser usado como parte de um recurso maior. Considera-se que recursos digitais de aprendizagem mais granulares são mais pequenos e não têm sub-componentes. Por outro lado, recursos digitais de aprendizagem menos granulares são maiores e são compostos por pequenas peças (Robson, 2004).

A **Decomponibilidade** é a capacidade de um recurso digital de aprendizagem ser dividido em peças mais granulares (Robson, 2004).

A **Interoperabilidade** é a medida em que um recurso de aprendizagem digital será “*plug and play*” em plataformas diferentes. A interoperabilidade refere-se também à facilidade com que dois

componentes de *software* podem trocar e interpretar correctamente os dados do outro (Robson, 2004).

Um **Ambiente de Aprendizagem** é um estágio abrangente para a combinação de conteúdos e tecnologia com que o aluno interage. Assim, um curso escrito num sistema de gestão de curso é um componente de aprendizagem, mas um desdobramento do curso num sistema de gestão de curso numa instituição particular (com uma política particular de matrículas, centro de ajuda, sistema de reserva de livros, etc.) usado pelos alunos é um ambiente de aprendizagem (Robson, 2004).

Um **Repositório** é definido como a combinação de tecnologia e serviços que admitem materiais digitais, assim como metadados sobre esses materiais digitais, para serem geridos, mantidos e disseminados (Robson, 2004). Um **Repositório Institucional**, no nosso contexto, é definido como um sistema de informação que serve para armazenar, preservar e difundir a produção intelectual de uma dada instituição, normalmente uma comunidade universitária. Pode ser criado e mantido de forma individualizada, ou por grupos de instituições que trabalhem numa base cooperativa (LusoDSpace, 2005).

**Open Educational Resources (OER)** são materiais digitalizados (matérias para a aprendizagem, resultados da investigação, publicações e outros) oferecidos gratuita e abertamente a professores e alunos, para usarem e reutilizarem no ensino, aprendizagem e pesquisa. Na iniciativa OER estão incluídos os **recursos**, as **ferramentas** e as **licenças**: dos recursos fazem parte cursos completos, módulos, objectos de aprendizagem, colecções e artigos; das ferramentas, *software* que permita o desenvolvimento, utilização e reutilização e disponibilização de conteúdos de aprendizagem, bem como de organização e pesquisa. As licenças contemplam a propriedade intelectual, princípios das melhores práticas e localização dos conteúdos (Kiel-Chisholm, 2006).

**Open Source** é o acesso livre a *software* que deve respeitar um conjunto de critérios: acesso ao código-fonte, modificação e redistribuição livre, protecção à integridade do código-fonte do autor, não discriminação de pessoas/grupos/área, não ser específico de um produto, ser tecnologia neutra, não condicionar regras de outro *software* (OSI, 2006).

## ÍNDICE REMISSIVO

Actividades .....	56	Tópico.....	110
<b>Activo</b> .....	55	<i>eLearning</i> .....	1, 2
Agregações .....	57	EML.....	49
AICC .....	47	EML/IMSLD.....	50
AICC CMI.....	71	<b>Especificações de Tecnologias de</b>	
<b>Ambiente de Aprendizagem</b> .....	89	<b>Aprendizagem</b> .....	23
<i>API Adapter</i> .....	72	<b>Esquema</b> .....	26
<i>API Instance</i> .....	72	<b>Estruturas de Classificação</b>	
ARIADNE.....	40	ACM CCS .....	31
<b>Árvore de Actividade</b> .....	69	DDC.....	28
<b>Árvore de Conteúdos de Aprendizagem</b>		EI.....	29
.....	109	INSPEC .....	30
<i>Asset Meta-data</i> .....	57	LCCS.....	31
<i>Assignable Unit</i> .....	76	MSC.....	31
AWBES .....	20	UDC.....	28
<i>Basic Instrutinal Framework</i> .....	42	Ferramentas de Autor.....	20
BSD.....	98	GESTALT' .....	40
<b>Classificação</b> .....	26	<b>Google Scholar</b> .....	98
Click2learn.....	126	<b>Granularidade</b> .....	75
<i>Clusters</i> .....	57	<b>Hierarquia de Conteúdos</b> .....	64
CMI.....	47	<b>IEEE LOM</b> .....	39
<b>CMS</b> .....	20	IEEE LTSC .....	39
<b>Colecções de Recursos</b> .....	87	<i>IMS Compliance Program</i> .....	74
<i>Content Package</i> .....	59	<i>IMS Content Packaging</i> .....	48
<b>Conteúdo de Aprendizagem</b> .....	9	<i>IMS Learner Profiles</i> .....	48
DCMES.....	35	<i>IMS Metadata</i> .....	48
<b>Decomponibilidade</b> .....	75	<i>IMS Question Test &amp; Interoperability</i> .....	48
<b>DSpace</b> .....	96	<i>IMS Simple Sequencing</i> .....	49
add-ons.....	101	<b>IMS TIF</b> .....	73
Bitstreams.....	99	IMS/GLC .....	48
bundle.....	99	<b>Instâncias</b> .....	43
Colecções .....	99	<i>Internet</i> .....	2
Comunidades.....	99	<b>Interoperabilidade</b> .....	83
Itens .....	99	LCMS.....	20
Modelo de Dados .....	99	Linguagens de Marcação	
Módulo de Autorizações .....	99	HTML.....	44
Política de Acesso .....	99	SGML .....	44
Workflow .....	100	XML .....	44
<i>Dublin Core</i> .....	35	LMS .....	19
<i>Easy Education</i> .....	106	<b>LusoDSpace</b> .....	101
Actividades .....	112	<i>Manifest file</i> .....	59, 61
Biblioteca.....	112	<b>metadados</b> .....	33
Conteúdos .....	109	Metadados para a Organização de Conteúdos	
Disciplina.....	114	.....	58
Dúvidas Frequentes .....	114	Metadados para Actividades .....	58
Matrizes .....	110	<b>Modelo de Agregação</b> .....	78
		Modelo de Conteúdos .....	57

Nível de Agregação .....	77	SCORM CAM.....	53, 54
Normas Técnicas .....	23	<i>SCORM Content Model</i> .....	53, 54
OAI .....	97	<i>SCORM Content Packaging</i> .....	53, 54, 59
OAI-PMH .....	98	<i>SCORM Launch</i> .....	71
<b>OAIster</b> .....	98	<i>SCORM Meta-data</i> .....	54, 57
Objectivo de Aprendizagem .....	78	<i>SCORM Meta-Data</i> .....	53
<b>Objecto de Aprendizagem</b> .....	9	<i>SCORM Meta-data Profiles</i> .....	57
OER .....	104	<i>SCORM Overview</i> .....	52
<b>Ontologia</b> .....	27	SCORM RTE.....	53, 70
<b>Open Source</b> .....	87	<i>SCORM Sequencing and Navigation</i> .....	54
<b>Organização de Conteúdos</b> .....	56	SCORM SN .....	53
<i>Package Interchange Files</i> .....	117	<b>Sequenciamento</b> .....	67
<i>Papadocs</i> .....	100	<i>Sequencing</i> .....	53
<b>Plataformas</b> .....	2	<i>Sequencing and Navigation</i> .....	67
<b>Portabilidade</b> .....	88	SIMILE.....	128
RDF .....	43	<i>Specification ePortfolio</i> .....	74
<b>Recurso de Aprendizagem Digital</b> .....	8	SUITE.....	20
<b>Recursos Digitais Primários</b> .....	119	<b>Taxonomia</b> .....	26
<b>Recursos Digitais Secundários</b> .....	119	<b>Taxonomia de Aprendizagem</b> .....	54
<b>Repositorium</b> .....	100	<b>Thesaurus</b> .....	27
<i>Reusable Information Object</i> .....	76	<b>Unidade de Aprendizagem</b> .....	23, 49
<b>SCO</b> .....	55	<b>Vocabulário Controlado</b> .....	27
<i>SCO Meta-data</i> .....	58	W3C.....	44
SCORM.....	51	<b>Web Semântica</b> .....	34
SCORM API .....	71	WWW .....	2



**FIM**